

ÍNDICES DE IMPERMEABILIZAÇÃO E GESTÃO TERRITORIAL - O CASO DO PORTO

SANDRA ISABEL DE CARVALHO SEQUEIRA

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL - ESPECIALIZAÇÃO EM HIDRÁULICA

Orientador: Professor Doutor João Pedro Gomes Moreira Pêgo

Coorientador: Engenheiro João Miguel Gomes Rodrigues Valente Neves

JULHO DE 2018

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2017/2018

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionada a Autora e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2017/2018 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2018.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista da respetiva Autora, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pela respetiva Autora.

“Urge (...) fixar os conceitos técnicos (...) a utilizar nos instrumentos de gestão territorial, contribuindo para uma maior eficácia e eficiência na gestão do território, credibilizando o sistema de planeamento e assegurando que os resultados das práticas de gestão territorial respondem aos objectivos traçados pelo sistema de gestão territorial.”

Decreto Regulamentar n.º 9/2009, de 29 de maio

AGRADECIMENTOS

Sempre que penso em construir algo na minha vida, assola-me uma mistura de sentimentos bons, maus e “mais ou menos”. Sempre foi assim. Fazer esta dissertação era um objetivo que parecia longínquo, mas que foi ficando mais próximo, à medida que a idade e a experiência avançaram. No momento em que tomei a decisão, tive a certeza que iria precisar do apoio de todos, sem exceção... e foi assim que iniciei esta viagem.

Agora que é chegada a hora de verbalizar os “agradecimentos”, olho para trás, para esse início, e tenho a certeza...

... que o apoio metódico, prestável, perspicaz, exigente, persistente e permanente do meu orientador, Prof. João Pedro Pêgo, foi fundamental neste contexto especial em que este desafio surgiu. Obrigada, João!

... que a presença, sempre que requerida, a palavra amiga e de incentivo, a força transmitida e a certeza que chegaria “a bom porto”, do meu co-orientador, Eng.º João Neves, foi inestimável numa organização como a Câmara Municipal do Porto. Obrigada, João!

... que toda a ajuda da minha “segunda casa” e dos dirigentes que me acompanharam, foi decisiva para ter ânimo, coragem e condições para avançar.

... que todo o apoio familiar, que tive e tenho a sorte de merecer, foi o centro de gravidade da minha força e do meu equilíbrio. Obrigada, Joaquim, meus filhos Tiago e Lara e novos membros patudos da família, Mel e Rio. A vossa presença, o vosso amor, o vosso acompanhamento, a vossa paciência, a vossa ajuda... tudo foi fulcral para conseguir prosseguir paulatinamente.

... que a confiança e a força que os meus pais sempre me transmitiram, como no princípio e desde sempre, e me fizeram lembrar do que sou capaz. A vós, meus pais, devo o que sou. Muito obrigada por isso.

... que as palavras e olhares de alento e nos momentos certos, de toda a minha família, aliviaram as dúvidas, os medos e o cansaço. Obrigada Sandra, Pedro, Ana, sogros, primos, tios, avós...

... que todas as palavras dos amigos e colegas, de incentivo e de força, todas elas, ditas, sentidas, escritas... fortaleceram-me e encorajaram-me para continuar, dia a dia, até aqui. Um “obrigada especial” ao colega e amigo Ricardo, que acreditou desde logo e que esteve sempre lá, no apoio e na ajuda técnica. Obrigada também à Adriana pelo amparo, pelas pesquisas e pelas discussões tão frutíferas. À minha cunhada e colega, um agradecimento contínuo, por tudo.

... que as longas, sábias e confiantes conversas com a Dra. Filomena e com a Dra. Albina, foram verdadeiros marcos.

... que a ajuda e a presença de Deus na minha vida iluminou e esclareceu os meus passos.

Sinto-me muito grata... mais do que pelo resultado, pela caminhada, amizade e solidariedade sentida. Por tudo isto, esta “construção” valeu a pena! Muito obrigada!

RESUMO

A atual legislação estabelece os conceitos técnicos nos domínios do ordenamento do território e do urbanismo a utilizar nos instrumentos de gestão territorial. A definição dos índices de impermeabilização constitui um destes conceitos. Na prática, assiste-se à utilização do mesmo conceito com diferentes significados ou do mesmo instituto jurídico com diferentes designações, bem como a utilização de conceitos indeterminados ou incorretos, pelo que os critérios definidos carecem ainda de objetividade.

No caso do Porto, a transposição para a diversa legislação e regulamentação em vigor, continua a evidenciar uma grande dificuldade de avaliação e aplicação prática, devido à falta de documentação técnica, que permita uma aplicação objetiva e rigorosa da disciplina dos planos, à verificação da conformidade e compatibilidade entre instrumentos de planeamento territorial, à coordenação das intervenções públicas nos vários âmbitos e, ainda, à avaliação dos instrumentos de gestão territorial e dos seus efeitos.

O enquadramento histórico e legal (europeu, nacional e municipal), a identificação das limitações atuais, a tipificação do tipo de estruturas de pavimentos mais utilizados (incluindo na cidade do Porto), a determinação dos coeficientes de impermeabilização dos materiais e a avaliação do coeficiente de impermeabilização da estrutura do pavimento (camadas de materiais) permitirá propor soluções que integrem os procedimentos, regulamentos e normas municipais, com vista a uma abordagem mais sustentada e consciente desta matéria.

PALAVRAS-CHAVE: ÍNDICES DE IMPERMEABILIZAÇÃO, TERRITÓRIO, LEGISLAÇÃO, ÁGUAS PLUVIAIS, LICENCIAMENTO.

ABSTRACT

Current legislation establishes technical concepts in spatial planning and urban planning areas to be applied in territorial management instruments. The waterproofing indexes definition constitutes one of these concepts. In practice, we use the same concept to different meanings or the same legal institute to different designations, as well as the use of indeterminate or incorrect concepts, so that the defined criteria are not still objective.

In case of Porto, transposition into several laws and regulations continues to show a great difficulty in evaluation and practical application due to a technical documentation lack, which allows an objective and rigorous application of the plans, the conformity verification and compatibility between territorial planning instruments, the coordination of public interventions in several fields and the evaluation of territorial management instruments and their effects.

The historical and legal framework (european, national and municipal), the identification of current limitations, the typification of usual pavement structures (including in the city of Porto), the materials waterproofing coefficient determination and coefficient evaluation (materials layers) will allow to propose solutions that integrate the procedures, regulations and municipal standards, with a sustained view and more conscious approach in this matter.

KEYWORDS: WATERPROOFING INDICES, TERRITORY LEGISLATION, PLUVIAL WATERS, LICENSING.

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Apresentação e enquadramento geral	1
1.2 Motivação.....	5
1.3 Enquadramento territorial e histórico do município do Porto	5
1.4 Enquadramento histórico dos regulamentos do município do Porto.....	8
1.5 Estrutura da dissertação	9
2. ENQUADRAMENTO LEGAL E REGULAMENTAR.....	11
2.1 Introdução	11
2.2 Contexto europeu	11
2.2.1 Enquadramento.....	11
2.2.2 Exemplos de melhores práticas	12
2.3 Contexto nacional	13
2.3.1 O Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial	13
2.3.2 O Decreto Regulamentar n.º 9/2009, de 29 de maio	15
2.4 Contexto intermunicipal.....	17
2.4.1 Fronteira dos municípios do Porto e da Maia (exemplo).....	18
2.4.2 Fronteira dos municípios de Gondomar e do Porto (exemplo)	21
2.5 Contexto municipal	23
2.5.1 Plano Diretor Municipal do Porto (PDMP)	23
2.5.1.1 Qualificação do solo	24
2.5.1.2 Impermeabilização	25
2.5.2 Código Regulamentar do Município do Porto (CRMP).....	29
2.5.3 Relatório sobre o Estado do Ordenamento do Território (REOT).....	30
2.5.4 Manual de Recomendações e Boas Práticas.....	33
2.5.5 Condições Técnicas Gerais	36
3. PERMEABILIDADE DOS SOLOS E DOS MATERIAIS.....	37
3.1 Introdução	37
3.2 Ciclo hidrológico	37
3.3 Infiltração e escoamento superficial	38

3.3.1	Recarga das águas subterrâneas	46
3.3.2	Recursos hídricos superficiais do Porto	47
3.4	Determinação da permeabilidade.....	50
3.4.1	Coeficiente de permeabilidade	50
3.4.2	Determinação do coeficiente de permeabilidade.....	51
4.	CASOS PRÁTICOS.....	57
4.1	Introdução	57
4.2	Elementos instrutórios requeridos	58
4.3	Aplicação da ficha n.º 34	59
4.4	Aplicabilidade do Manual de Recomendações e Boas Práticas	61
4.5	Exemplo prático 1.....	62
4.5.1	Introdução	62
4.5.2	Verificação do cumprimento do índice de impermeabilização.....	63
4.5.2.1	Análise das duas áreas separadamente	64
4.5.2.2	Análise da área no seu conjunto	66
4.5.3	Conclusões.....	66
4.6	Exemplo prático 2.....	67
4.6.1	Introdução	67
4.6.2	Verificação do cumprimento do índice de impermeabilização.....	67
4.7	Exemplo prático 3.....	68
4.7.1	Introdução	68
4.7.2	Verificação do cumprimento do índice de impermeabilização.....	68
4.8	Exemplo prático 4.....	69
4.8.1	Introdução	69
4.8.2	Verificação do cumprimento do índice de impermeabilização.....	69
4.9	Exemplo prático 5.....	70
4.9.1	Introdução	70
4.9.2	Verificação do cumprimento do índice de impermeabilização.....	71
4.10	Exemplo prático 6.....	72
4.10.1	Introdução	72
4.10.2	Verificação do cumprimento do índice de impermeabilização.....	72
4.11	Exemplo prático 7.....	72
4.11.1	Introdução	72
4.11.2	Verificação do cumprimento do índice de impermeabilização.....	73

5.	PROPOSTA DE SOLUÇÕES	75
5.1	Introdução	75
5.2	Revisão de procedimentos internos na Câmara Municipal do Porto	75
5.3	Medidas estruturais	76
5.3.1	Pavimentos permeáveis	76
5.3.1.1	Relva.....	77
5.3.1.2	Grelhas de enrelvamento	77
5.3.1.3	Aquatsone	79
5.3.1.4	Terraway.....	80
5.3.1.5	Betuminoso poroso.....	82
5.3.1.6	Betão poroso	83
5.3.1.7	Paralelepípedos de betão ou granito	83
5.3.1.8	Blocos de betão articulados	85
5.3.1.9	Blocos de betão vazados	88
5.3.1.10	Comparação de pavimentos	89
5.3.1.11	Construção, envelhecimento e manutenção	91
5.3.1.12	Vantagens e Limitações	96
5.3.1.13	Dimensionamento do pavimento	98
5.3.2	Outros sistemas convencionais.....	99
5.3.2.1	Pavimentos com estrutura reservatório.....	99
5.3.2.2	Trincheiras de infiltração	99
5.3.2.3	Bacias de retenção / infiltração	100
5.3.2.4	Reservatórios	100
5.3.2.5	Poços absorventes.....	100
5.3.3	Sistemas alternativos	101
5.3.3.1	Coberturas Verdes	101
5.3.3.2	Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP).....	103
5.3.3.3	Reutilização da camada superficial do solo	104
5.3.3.4	Desimpermeabilização (recuperação do solo)	104
5.4	Medidas não estruturais	105
5.4.1	Combate à impermeabilização dos solos.....	105
5.4.2	Compensação da impermeabilização dos solos.....	106
5.4.3	Sensibilização	106
6.	RESUMO, CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS.....	107
6.1	Resumo.....	107
6.2	Conclusões.....	108
6.3	Desenvolvimentos futuros	109

ANEXOS.....	117
Anexo A – Ficha n.º 34 (Decreto-Regulamentar n.º 9/2009, de 29/05/2009)	119
Anexo B – Regulamento do Plano Diretor da Maia (excerto)	121
Anexo C – Regulamento do Plano Diretor do Porto (excerto)	125
Anexo D – Regulamento do Plano Diretor de Gondomar (excerto)	129
Anexo E – Localização dos cursos de água existentes no Porto	133
Anexo F – Zonas inundáveis do Porto	135
Anexo G – Impresso “C03-03-Imp-212-Quadro Sinótico (Mapa-Medições) - Obras de Construção / Demolição”	141

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1 – Problemas que o DR n.º 9/2009 tem como objetivo resolver.	2
Fig. 1.2 – Consequências da impermeabilização dos solos.	3
Fig. 1.3 – Efeitos da infiltração nos solos.	3
Fig. 1.4 – Impermeabilização do solo em função do seu uso (A. Costa, 2010).	4
Fig. 1.5 – Projeto “Água de Chuva” (https://projetoaguadechuva.com/).	5
Fig. 1.6 – Carta de enquadramento territorial do Porto (Câmara Municipal do Porto, 2015a).	6
Fig. 1.7 - Enquadramento geográfico do concelho do Porto e respetivas freguesias (Câmara Municipal do Porto, 2015a).	6
Fig. 2.1 - Ocupação dos solos por unidade administrativa em 2000-2006 (Comissão Europeia, 2012).	13
Fig. 2.2 - Superfície de solo impermeabilizado em 2006 (Comissão Europeia, 2012).	13
Fig. 2.3 – Elaboração, aprovação e revisão do RJIGT.	14
Fig. 2.4 – Âmbitos do regime de coordenação do sistema de gestão territorial.	14
Fig. 2.5 – Ilustração de um caso prático (ficha n.º 34).	16
Fig. 2.6 – Enquadramento do município do Porto na AMP (http://portal.amp.pt).	17
Fig. 2.7 – Localização da zona de fronteira entre os municípios do Porto e da Maia (https://www.google.pt/maps).	18
Fig. 2.8 – Excerto da Planta de Ordenamento D, do PDM da Maia (fronteira com o Porto) (Câmara Municipal da Maia, 2013).	19
Fig. 2.9 - Excerto da Planta de Ordenamento, do PDM do Porto (fronteira com a Maia) (http://balcaovirtual.cm-porto.pt/).	19
Fig. 2.10 – Imagem aérea da área em apreço (Maia / Porto) (https://www.google.pt/maps).	20
Fig. 2.11 – Localização da zona e fronteira entre Porto e Gondomar (https://www.google.pt/maps). .	21
Fig. 2.12 - Excerto da Planta de Ordenamento A, do PDM de Gondomar (fronteira com o Porto) (Câmara Municipal de Gondomar, 2015b).	21
Fig. 2.13 - Excerto da Planta de Ordenamento, do PDM do Porto (fronteira com Gondomar) (http://balcaovirtual.cm-porto.pt/).	22
Fig. 2.14 – Imagem aérea da área em apreço (Gondomar / Porto) (https://www.google.pt/maps).	22
Fig. 2.15 - Área de habitação do tipo unifamiliar – PDMP (Direção Municipal do Urbanismo).	26
Fig. 2.16 - Área de edificação isolada com prevalência de habitação coletiva – PDMP (Direção Municipal do Urbanismo).	27
Fig. 2.17 - Área de frente urbana contínua consolidada – PDMP (Direção Municipal do Urbanismo). .	27

Fig. 2.18 – Sobreposição das áreas de “habitação do tipo unifamiliar” e de “edificação isolada com prevalência de habitação coletiva” – PDMP (Direção Municipal do Urbanismo).....	28
Fig. 2.19 – Planta de uso do solo do PDMP – sistema de circulação e transporte (Direção Municipal do Urbanismo).....	29
Fig. 2.20 – REOT a elaborar pelas CM.....	31
Fig. 2.21 – Área de construção dos projetos de obras licenciados entre 2002 e 2012, no Porto (http://balcaovirtual.cm-porto.pt/).....	32
Fig. 2.22 – Materiais de revestimento (indicados pela CMP) (Direção Municipal do Urbanismo, 2017).	33
Fig. 2.23 – Material para percursos pedonais e de lazer (indicados pela CMP) (Direção Municipal do Urbanismo, 2017).	34
Fig. 2.24 – Exemplo de estrutura de pavimento-tipo da CMP (revestimento em betão) (Câmara Municipal do Porto, 2013b).	36
Fig. 3.1 – Representação do ciclo hidrológico (Hipólito & Vaz, 2011).	37
Fig. 3.2 – Destino da água que atinge a superfície terrestre (M. Oliveira, 2004).	38
Fig. 3.3 – Precipitação / infiltração / escoamento superficial (Lencastre & Franco, 1992).	39
Fig. 3.4 – Variação da infiltração e do escoamento superficial em função do tempo (Lencastre & Franco, 1992).	39
Fig. 3.5 – Relação entre precipitação, caudal superficial e infiltração (Lencastre & Franco, 1992).	40
Fig. 3.6 – Efeitos da ocupação urbana (Ono, Balbo, & Cargnin, 2017).	40
Fig. 3.7 – Evolução do número de inundações no Porto, entre 2006 e 2014 (Câmara Municipal do Porto, 2015b).	41
Fig. 3.8 – Precipitação total no Porto (mm) (https://www.pordata.pt/).	42
Fig. 3.9 – Densidade de inundações significativas, por freguesia, no município do Porto, entre 1974 e 2014 (Câmara Municipal do Porto, 2015b).	42
Fig. 3.10 – Ocorrência de inundações urbanas (1974-2014), que tinham referência espacial (Santos & Bateira, 2018).	43
Fig. 3.11 – Densidade populacional nas freguesias do Porto (Censos 2011) (Direção Municipal de Urbanismo, 2015).	44
Fig. 3.12 - Áreas de suscetibilidade a inundações urbanas no concelho do Porto (Câmara Municipal do Porto, 2015b).	44
Fig. 3.13 – Suscetibilidade a ocorrência de inundações urbana (o caso do Porto) (Câmara Municipal do Porto, 2015b).	45
Fig. 3.14 – Estratégias de uma abordagem sustentável (Gonçalves & Oliveira, 2014).	45
Fig. 3.15 – Potencial de permeabilidade da cidade do Porto (Santos & Bateira, 2018).	46
Fig. 3.16 – Tipos de recarga (M. Oliveira, 2004).	47
Fig. 3.17 – Zonas em risco de cheia (https://www.apambiente.pt/).	48

Fig. 3.18 - Bacias hidrográficas no município do Porto, com traçado natural dos cursos de água (Câmara Municipal do Porto / Certitecna - Engenheiros Consultores S.A., 2011).	48
Fig. 3.19 - Identificação dos locais com risco de inundação no município do Porto (Câmara Municipal do Porto / Certitecna - Engenheiros Consultores S.A., 2011).	49
Fig. 3.20 – Causas das inundações fluviais (Câmara Municipal do Porto / Certitecna - Engenheiros Consultores S.A., 2011).	49
Fig. 3.21 – Escoamento não confinado (Fernandes, 1994).	52
Fig. 3.22 - Escoamento confinado (Fernandes, 1994).	52
Fig. 3.23 – Objetivos do ensaio <i>in situ</i> para determinação de coeficiente de permeabilidade em betão poroso (Associação Brasileira de Cimento Portland, -).	53
Fig. 3.24 – Permeâmetro de carga constante (Fernandes, 1994).	54
Fig. 3.25 – Permeâmetro de carga variável (Fernandes, 1994).	54
Fig. 3.26 – Esquema do ensaio edométrico (Fernandes, 1994).	55
Fig. 3.27 – Percolação na direção normal à estratificação (Fernandes, 1994).	56
Fig. 4.1 - Carta de Qualificação do Solo (Direção Municipal do Urbanismo).	57
Fig. 4.2 – Exemplo de licenciamento (terreno original) (https://www.google.pt/maps).	60
Fig. 4.3 – Exemplo de licenciamento (1ª intervenção) (https://www.google.pt/maps).	60
Fig. 4.4 - Exemplo de licenciamento (2ª intervenção) (https://www.google.pt/maps).	60
Fig. 4.5 – Fluxo de análise dos materiais e estrutura do pavimento (Direção Municipal do Urbanismo, 2017).	61
Fig. 5.1 – Tipo de infiltração e suas características (Gonçalves & Oliveira, 2014).	77
Fig. 5.2 – Estrutura de pavimento com grelhas de arrelvamento – exemplo 1 (https://www.urbangreen.pt).	78
Fig. 5.3 – Estrutura de pavimento com grelhas de enrelvamento – exemplo 2 (Salvaprado).	79
Fig. 5.4 – Exemplos de materiais (<i>Aquastone</i>) (http://www.aquastone.info/).	79
Fig. 5.5 – Estrutura do pavimento com revestimento “ <i>Aquastone</i> ” (http://www.aquastone.info/).	80
Fig. 5.6 – Estrutura de pavimento com revestimento “ <i>Terraway</i> ” (uso pedonal) (https://jardineseafins.com).	81
Fig. 5.7 - Estrutura de pavimento com revestimento “ <i>Terraway</i> ” (uso automóvel) (https://jardineseafins.com).	81
Fig. 5.8 – Revestimento “ <i>Terraway</i> ” (https://jardineseafins.com).	82
Fig. 5.9 – Estrutura de pavimento com revestimento em “ <i>Terraway</i> ”, após colocação (https://jardineseafins.com).	82
Fig. 5.10 – Percolação através do asfalto poroso (Gonçalves & Oliveira, 2014).	82
Fig. 5.11 - Estrutura de pavimento (revestimento em betão ou asfalto poroso) (A. Costa, 2010).	83
Fig. 5.12 - Percolação através do betão poroso (Gonçalves & Oliveira, 2014).	83

Fig. 5.13 – Estereotomia em espinha de peixe a 45° (Martins, 2014).	85
Fig. 5.14 - Estereotomia em espinha de peixe a 90° (Martins, 2014).	85
Fig. 5.15 - Vista longitudinal do bloco de betão (Ono et al., 2017).	86
Fig. 5.16 – Vista isométrica dos blocos de betão (Ono et al., 2017).	86
Fig. 5.17 – Secção transversal da estrutura do pavimento (Ono et al., 2017).	87
Fig. 5.18 - Secção longitudinal da estrutura do pavimento (Ono et al., 2017).	87
Fig. 5.19 – Fatores que contribuem para uma taxa de infiltração elevada.	88
Fig. 5.20 – Blocos de betão vazados e preenchidos com vegetação (exemplo) (Gonçalves & Oliveira, 2014).	88
Fig. 5.21 – Estrutura de pavimento (revestimento em blocos de betão com orifícios verticais) (A. Costa, 2010).	89
Fig. 5.22 - Escoamento superficial em função do tempo (Gonçalves & Oliveira, 2014).	90
Fig. 5.23 – Comparação de materiais (Comissão Europeia, 2012).	91
Fig. 5.24 – Evolução das juntas do pavimento em função do tempo.	92
Fig. 5.25 – Fatores que influenciam a velocidade de infiltração da água (Associação Brasileira de Cimento Portland, -).	93
Fig. 5.26 – Avaliação do desempenho do pavimento permeável.	93
Fig. 5.27 – Vantagens dos pavimentos permeáveis (Gonçalves & Oliveira, 2014).	96
Fig. 5.28 - Limitações para o emprego de pavimentos permeáveis (Gonçalves & Oliveira, 2014) e (Comissão Europeia, 2012).	97
Fig. 5.29 – Destino da água retirada da trincheira (A. Costa, 2010).	99
Fig. 5.30 – Aspeto geral de uma trincheira de infiltração (A. Costa, 2010).	100
Fig. 5.31 – Praça de Lisboa (Porto) - fotografia panorâmica (http://www.greenroofs.pt/).	101
Fig. 5.32 – Estação de metro da Trindade (Porto) - fotografia panorâmica (http://www.greenroofs.pt/).	101
Fig. 5.33 – Reprodução da natureza nas coberturas (ZinCo, -).	102
Fig. 5.34 – Pormenor construtivo tipo de cobertura verde (Portal da Construção Sustentável, -). ...	103
Fig. 5.35 – Sistema predial de aproveitamento das águas pluviais utilizado na Alemanha (Ecoágua, 2011).	104

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1 - Áreas das freguesias do município do Porto (Câmara Municipal do Porto, 2015a).....	7
Tabela 1.2 – Posturas municipais, reguladoras do funcionamento da cidade (Direção Municipal do Urbanismo, 2015).	8
Tabela 1.3 - Regulamento e planos nacionais (Direção Municipal do Urbanismo, 2015).	9
Tabela 2.1 – PDM do Porto (publicação e alterações) (http://balcaovirtual.cm-porto.pt/).	23
Tabela 2.2 - Qualificação do solo – solo urbanizado (PDMP).	24
Tabela 2.3 - Qualificação do solo – solo afeto à estrutura ecológica (PDMP).	24
Tabela 2.4 - Impermeabilização em função da classificação do uso do solo (PDMP).	25
Tabela 2.5 – Licenciamentos de projetos de obras no Porto (2002-2012) (http://balcaovirtual.cm-porto.pt/).	31
Tabela 2.6 - Coeficientes de impermeabilização do revestimento (Direção Municipal do Urbanismo, 2017).	34
Tabela 2.7 – Comparação de índices de impermeabilização (Porto, Murtosa e Valongo) (Direção Municipal do Urbanismo, 2017), (Município da Murtosa, -) e (Aviso n.º 2512/2017 de 10 de março).	35
Tabela 3.1 – Inundações no Porto, entre 2006 e 2014 (Câmara Municipal do Porto, 2015b).	41
Tabela 3.2 – Quantidade de água armazenada por solo “funcional” (Comissão Europeia, 2012).....	47
Tabela 3.3 – Valores de referência da permeabilidade em meios porosos (Quintela, 1996).....	50
Tabela 3.4 – Classificação dos solos quanto à permeabilidade (Fernandes, 1994).	51
Tabela 4.1 – Percentagem das áreas de ocupação do solo (Direção Municipal do Urbanismo).	58
Tabela 4.2 – Coeficientes de impermeabilização (Decreto Regulamentar n.º 9/2009 de 29 de maio, 2009).	60
Tabela 4.3 – Valores apresentados pelo projetista no quadro sinótico.	62
Tabela 4.4 – Permeabilidade dos materiais / coeficientes de impermeabilização (projetista).	62
Tabela 4.5 – Medição das áreas (exemplo 1).	63
Tabela 4.6 – Áreas e percentagens por tipo de qualificação do solo (exemplo 1).	63
Tabela 4.7 – Área e índice de impermeabilização máximo do sub-lote “área de frente urbana contínua em consolidação”.	64
Tabela 4.8 – Simulações para o sub-lote “área de frente urbana contínua em consolidação”.	65
Tabela 4.9 - Área e índice de impermeabilização máximo do sub-lote “área de habitação do tipo unifamiliar”.	65
Tabela 4.10 - Simulações para o sub-lote “área de habitação do tipo unifamiliar”.....	65
Tabela 4.11 – Índice de impermeabilização ponderado (lote total).	66
Tabela 4.12 - Simulações para o lote total.....	66

Tabela 4.13 – Medição de áreas - exemplo 2.....	67
Tabela 4.14 – Áreas e índices de impermeabilização - exemplo 2.	68
Tabela 4.15 – Informação constante das peças desenhadas do projeto - exemplo 4.	69
Tabela 4.16 – Informação constante das peças desenhadas do projeto - exemplo 5.	70
Tabela 4.17 – Informação constante do projeto - exemplo 6.....	72
Tabela 4.18 – Informação constante do projeto - exemplo 7.....	72
Tabela 5.1 – Granulometria do material (para assentamento e preenchimento das juntas) (Associação Brasileira de Cimento Portland, -).	84
Tabela 5.2 - Coeficientes de escoamento resultantes para cada revestimento (Gonçalves & Oliveira, 2014).	90
Tabela 5.3 - Exemplos de pavimentos em passeios.....	94
Tabela 5.4 – Exemplos de pavimentos em faixa de rodagem, com revestimento em cubo de granito.	95

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

DEC - Departamento de Engenharia Civil
MIEC - Mestrado Integrado em Engenharia Civil
SGQ - Sistema de Gestão de Qualidade
Ai - Área de impermeabilização
Ao - Área de implantação
Iimp - Índice de impermeabilização do solo
Cimp - Coeficiente de impermeabilização
AAE - Diretiva Avaliação Ambiental Estratégica
AIA - Diretiva Avaliação do Impacto Ambiental
AM - Assembleia Municipal
AMP - Área Metropolitana do Porto
ANCV - Associação Nacional de Coberturas Verdes
APA - Agência Portuguesa do Ambiente
BDGC - Base de Dados Geográfica Central
BSB - Batalhão de Sapadores Bombeiros
CM - Câmara(s) Municipal(ais)
CMP - Câmara Municipal do Porto
COS - Carta de Uso e Ocupação do Solo
CPA - Camada porosa de asfalto
CRMP - Código Regulamentar do Município do Porto
CTG - Condições Técnicas Gerais
DGT - Direção Geral do Território
DL - Decreto-Lei
DMGU - Departamento Municipal de Gestão Urbanística
DMM - Divisão Municipal de Mobilidade
DMU - Direção Municipal do Urbanismo
DQA - Diretiva Quadro da Água
DR - Decreto Regulamentar
IDF - Intensidade, duração e frequência
IGT - Instrumentos de Gestão Territorial

LA - Lei da Água

OT - Ordenamento do Território

PCGT - Plataforma Colaborativa de Gestão Territorial

PDM - Plano Diretor Municipal

PDMP - Plano Diretor Municipal do Porto

PGRH - Plano de Gestão de Região Hidrográfica

PGRI - Plano de Gestão dos Riscos de Inundações

PNA - Plano Nacional da Água

PQAP - Projeto Quinto Alçado do Porto

REN - Rede Ecológica Nacional

REOT - Relatório sobre o Estado do Ordenamento do Território

RJIGT - Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial

SAAP - Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais

UE - União Europeia

ZAC - Zonas Ameaçadas pelas Cheias

1

INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO E ENQUADRAMENTO GERAL

A impermeabilização dos solos está diretamente relacionada com a ocupação dos solos e consiste em cobrir uma superfície de terreno com material impermeável artificial, servindo de base à construção de habitações, edifícios industriais e comerciais, infraestruturas de transporte, etc. (Comissão Europeia, 2012).

O crescimento de uma cidade como o Porto deve ser suportado na utilização sustentável de recursos naturais, dos quais o solo é um dos mais importantes.

Os solos asseguram uma gama muito vasta de funções ecossistémicas vitais, desempenhando um papel crucial na produção de alimentos e de materiais renováveis, oferecendo habitats para a biodiversidade (à superfície e no subsolo), filtrando e moderando o fluxo da água para os aquíferos, removendo contaminantes, reduzindo a frequência e o risco de inundações e secas, ajudando a regular o microclima em ambientes de forte densidade urbana, tendo ainda funções estéticas e paisagísticas (na presença de vegetação) e, no casos de terras agrícolas, prestando serviços ecológicos às cidades, reciclando resíduos urbanos e produtos orgânicos (Comissão Europeia, 2012).

A impermeabilização exerce um forte impacto no solo, reduzindo-lhe substancialmente as suas funções. Por norma, é removida a camada de solo superficial, que é aquela que fornece a maior parte dos serviços ecossistémicos, e procede-se à instalação de fundações sólidas no subsolo ou à colocação de infraestruturas. A impermeabilização dos solos resulta no seu consumo literal, um motivo de grande preocupação, já que a formação do solo é um processo muito lento, sendo necessários séculos para a formação de um só centímetro. Neste contexto, deverá assegurar-se um desenvolvimento equilibrado, que permita a realização de atividades económicas e outras e, ao mesmo tempo, controle de forma rigorosa a ocupação e a impermeabilização dos solos (Comissão Europeia, 2012).

O Decreto Regulamentar n.º 9/2009, de 29 de maio, cuja criação já estava prevista no Decreto-Lei n.º 380/99, de 22 de setembro, estabelece os conceitos técnicos nos domínios do ordenamento do território e do urbanismo a utilizar nos instrumentos de gestão territorial (Decreto Regulamentar n.º 9/2009 de 29 de maio, 2009) e (Decreto-Lei n.º 380/1999 de 22 de setembro).

A definição dos índices de impermeabilização constitui um destes conceitos, e consta da Ficha n.º 34 (definição e notas complementares), daquele DR.

Apesar de ser intenção daquele diploma evitar a atual dispersão e imprecisão de conceitos utilizados por instrumentos de gestão territorial, nomeadamente o recurso a expressões que não são objeto de definição, a utilização do mesmo conceito com diferentes significados ou do mesmo instituto jurídico com diferentes designações, bem como a utilização de conceitos indeterminados ou incorretos, verifica-se que os critérios definidos carecem ainda de objetividade, conduzindo, na maioria dos casos, a uma aplicação enviesada, pobre ou inexistente (ver Fig. 1.1) (Decreto Regulamentar n.º 9/2009 de 29 de maio, 2009).

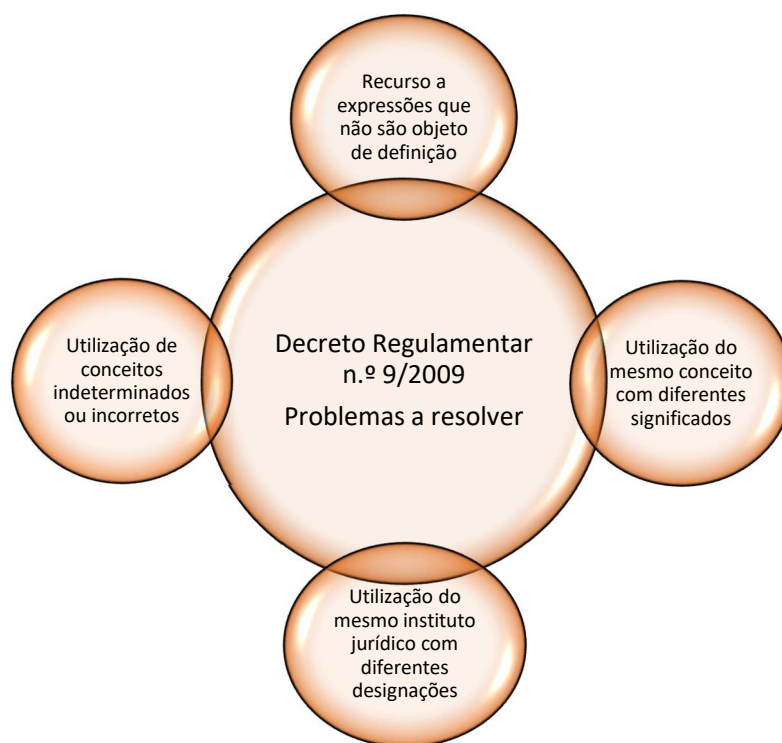


Fig. 1.1 – Problemas que o DR n.º 9/2009 tem como objetivo resolver.

No caso do Porto, a transposição para a diversa legislação e regulamentação continua a evidenciar uma grande dificuldade de avaliação e definição de critérios, devido à falta de documentação e fundamentação técnicas da especialidade, que permitam (Decreto Regulamentar n.º 9/2009 de 29 de maio, 2009):

- Uma aplicação objetiva e rigorosa da disciplina dos planos;
- A verificação da conformidade e da compatibilidade entre instrumentos de planeamento territorial;
- A coordenação das intervenções públicas nos vários âmbitos;
- A avaliação dos instrumentos de gestão territorial e dos seus efeitos.

Em suma, também ao nível dos índices de impermeabilização, se assiste a uma aplicação prática pouco técnica e sustentada, chegando a revelar incoerências, o que resulta em assimetrias e grandes impactes ao nível da gestão territorial.

Também o problema da perda de armazenamento natural da água, provocado pela ocupação e impermeabilização dos solos, foi abordado, numa primeira época, e pelos engenheiros responsáveis pela drenagem urbana, na transferência do problema para jusante, aumentando a velocidade dos escoamentos nas obras de canalização, reduzindo o tempo de concentração e aumentando o pico da vazão.

O solo, que naturalmente age como retardador do escoamento superficial originado pelas precipitações, faz com que o volume gerado seja levado, gradativamente, até aos rios ou integre os lençóis freáticos. A impermeabilização de grande parte das cidades inviabiliza a sua capacidade de diminuir o pico de cheias por meio desse efeito retardador, sendo necessários outros sistemas e obras de armazenamento, que passam compensar esta realidade (Fig. 1.2) (Ferreira, 2017).

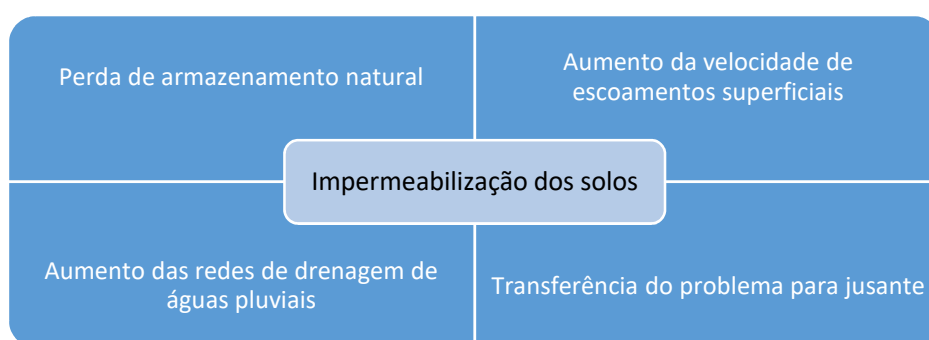


Fig. 1.2 – Consequências da impermeabilização dos solos.

Em contraposição com a impermeabilização, a adoção de soluções que promovam a infiltração nos solos permite retardar os escoamentos superficiais gerados pelas precipitações, regular o volume de água conduzido às linhas de água, contribuir para a incorporação gradual da água nos lençóis freáticos e reduzir os picos de cheias através do efeito “retardador” (Fig. 1.3) (Ferreira, 2017).

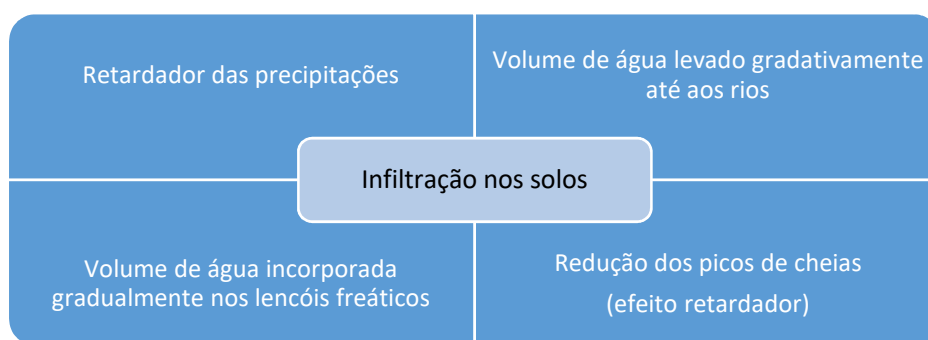


Fig. 1.3 – Efeitos da infiltração nos solos.

A título ilustrativo, e concretizando as ideias descritas, apresentam-se, na Fig. 1.4, vários cenários em função da impermeabilização do solo, fazendo uma comparação gradual, desde o estado do solo natural até ao solo completamente impermeável. Neste esquema, é apresentado, para cada um dos cenários, o impacte sobre as componentes do ciclo da água, nas seguintes vertentes: evapotranspiração, escoamento superficial, infiltração superficial e infiltração profunda (A. Costa, 2010).

Comparando, por exemplo, o cenário “solo com coberto vegetal natural” com a situação “70 a 100% de superfície impermeável”, verifica-se que o escoamento superficial aumenta de 10% para 55% e que a infiltração (na soma das duas componentes), diminui de 50% para 15%.

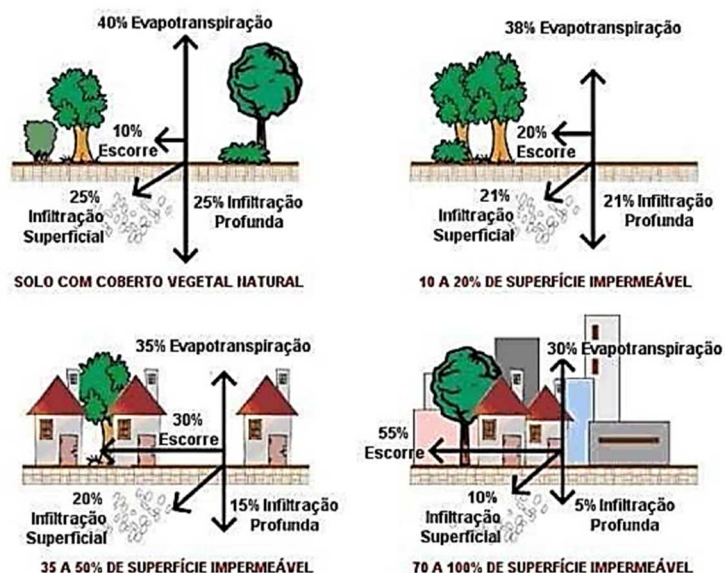


Fig. 1.4 – Impermeabilização do solo em função do seu uso (A. Costa, 2010).

Desta primeira abordagem resumida, percebe-se que a impermeabilização dos solos e a consequente redução da capacidade de infiltração, tem consequências reais na gestão do território, na recarga dos aquíferos, no bem-estar das pessoas e na “saúde das cidades”.

A sua definição, destacada do comportamento hidráulico, antes e após a impermeabilização, apresenta-se limitativa e, porventura, demasiado simplista.

Assim, como objetivos fundamentais da presente dissertação, destacam-se:

- Avaliação do impacto do índice de impermeabilização na gestão territorial, relacionando-o com as áreas de ocupação;
- Proposta de soluções e de melhoria, para minimização do impacto do índice de impermeabilização na gestão territorial.

Em termos instrumentais, e para gerir bem o território, o que fazia e continua a fazer falta é capacitar as instituições, os profissionais e as organizações para usarem bem os instrumentos que a lei prevê e aplicarem corretamente os princípios, os critérios e os sistemas de valores que lhe estão subjacentes (F. Oliveira, 2017).

Esta dissertação pretende, pois, contribuir para uma maior habilitação dos intervenientes, melhorando a aplicação das normas legais e dos seus princípios, critérios e sistema de valores, que se pretendem equilibrados e coerentes.

A componente da “engenharia”, e concretamente da componente “hidráulica”, revelam-se fundamentais no estabelecimento de soluções, na avaliação das situações práticas e na tomada de decisão.

1.2 MOTIVAÇÃO

Ao nível pessoal, a experiência da idade e a oportunidade de, paulatina e sistematicamente, a autora se dedicar ao voluntariado em várias das suas vertentes, levaram a uma maior perceção dos desequilíbrios, ainda tão reais, e a necessidade de reforçar a sensibilização nesta matéria. Por outro lado, “o sentir” que os filhos e as gerações mais novas terão um grande legado na gestão das ações “de hoje” e “o acreditar” que a sua formação, enquanto pessoa, pode “contribuir para um mundo melhor”, influenciaram, em todo o seu conjunto, a decisão de explorar este tema com maior detalhe.

A título de exemplo, o projeto “Água de Chuva” transmite a realidade vivida no nordeste brasileiro, evidenciando assimetrias e graves problemas de falta de água, ajudando a refletir sobre as atitudes e decisões do dia-a-dia (Fig. 1.5). (<https://projetoaguadechuva.com/>)



Fig. 1.5 – Projeto “Água de Chuva” (<https://projetoaguadechuva.com/>).

Ao nível académico, e uma vez que o desenvolvimento da presente dissertação se apresentou como a única via formal para repor o desequilíbrio introduzido pela concretização do Processo de Bolonha ao nível da adoção do modelo de organização do ensino superior (Decreto-Lei n.º 107/2008 de 25 de junho), a autora enveredou por esta “viagem” para obter o grau de mestre, o que acabou por se revelar, cerca de vinte anos após a conclusão da licenciatura “pré-Bolonha”, uma agradável descoberta de pessoas e conceitos, contribuindo para um efetivo crescimento do seu conhecimento científico.

Ao nível profissional, atendendo ao atual contexto deste assunto (adiante detalhado), dado que esta situação acarreta consequências negativas para a gestão do território e dificulta, ou mesmo prejudica, o papel e o desempenho do município, a autora entendeu que a sua experiência profissional de mais de sete anos na autarquia, aliada à sua formação de base em hidráulica, permitiria, com a elaboração da presente dissertação, analisar o assunto com maior profundidade e fundamentação técnica, e contribuiria para uma melhoria nos procedimentos existentes e nas decisões tomadas diariamente.

1.3 ENQUADRAMENTO TERRITORIAL E HISTÓRICO DO MUNICÍPIO DO PORTO

O município do Porto localiza-se na parte Oeste da região Norte de Portugal Continental. Situa-se no distrito e área metropolitana, aos quais empresta o nome, e integra-se na Nomenclatura de Unidade Territorial III (NUT III) “Grande Porto”. Encontra-se delimitado, a Norte, pelos concelhos de Matosinhos e Maia, a Este pelo concelho de Gondomar, a Sul pelo Rio Douro e, a Oeste, pelo Oceano Atlântico (Fig. 1.6) (Câmara Municipal do Porto, 2015a).

O concelho do Porto tem, aproximadamente, 41,42 km² de área (de acordo com a Carta Administrativa Oficial de Portugal 2014), atualmente com sete freguesias (Fig. 1.7), resultantes da reforma administrativa do território definida pela Lei n.º 11-A/2013, de 28 de janeiro (Lei n.º 11-A/2013 de 28 de janeiro). As áreas de cada uma das freguesias do concelho do Porto estão indicadas na Tabela 1.1 (Lei n.º 11-A/2013 de 28 de janeiro).



Fig. 1.6 – Carta de enquadramento territorial do Porto (Câmara Municipal do Porto, 2015a).

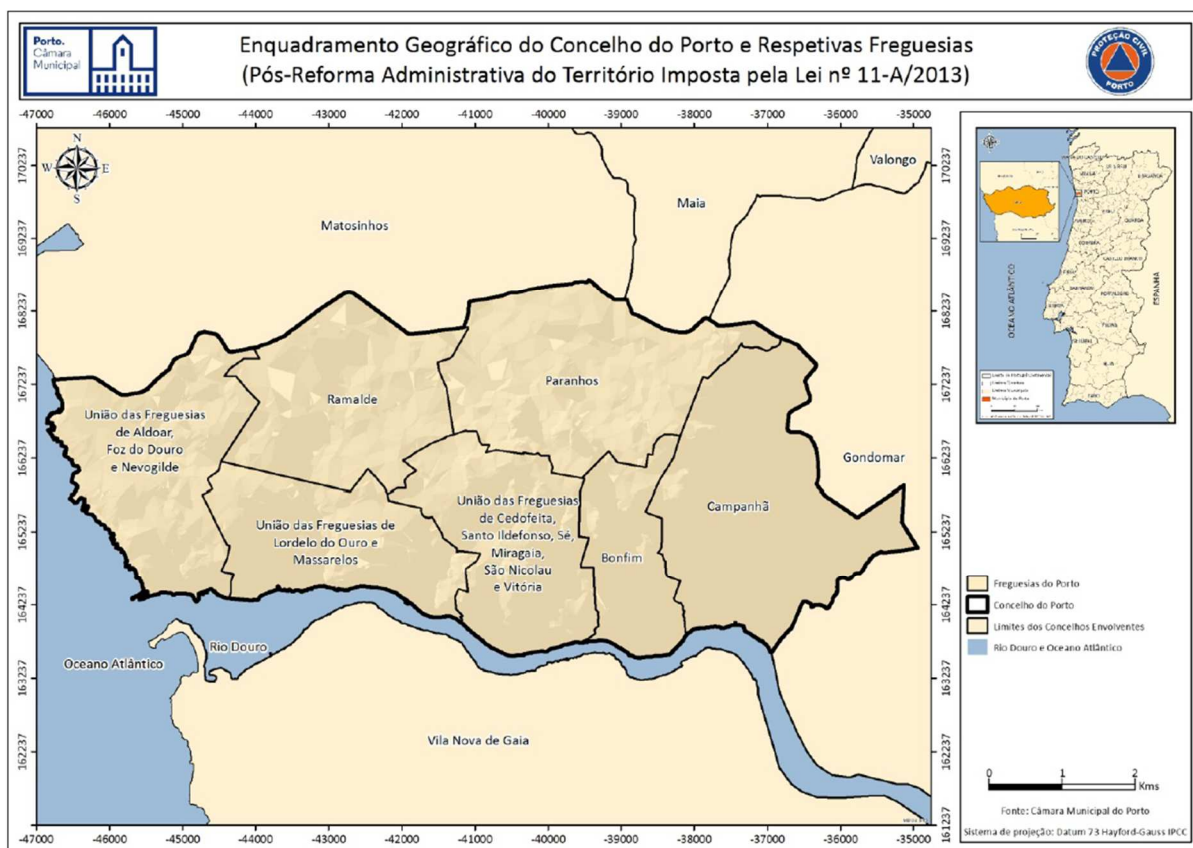


Fig. 1.7 - Enquadramento geográfico do concelho do Porto e respetivas freguesias (Câmara Municipal do Porto, 2015a).

Tabela 1.1 - Áreas das freguesias do município do Porto (Câmara Municipal do Porto, 2015a).

Freguesias	Área (km ²)
Bonfim	3,10
Campanhã	8,04
Paranhos	7,17
Ramalde	5,82
União de Freguesias de Aldoar, Foz do Douro e Nevogilde	6,27
União de Freguesias de Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória	5,43
União de Freguesias de Lordelo do Ouro e Massarelos	5,59

O contexto evolutivo e histórico da cidade é muito rico, apresentando-se, em seguida, uma breve resenha dos pontos fundamentais e que mais se relacionam com a temática aqui analisada (Câmara Municipal do Porto, 2015b).

Desde a época pré-histórica, a atual área do município do Porto tem vindo a ser ocupada, tendo iniciado pela zona da Sé e da Ribeira.

Em meados do século XIV, o Porto seria já uma cidade grande, destacando-se sobretudo no âmbito das atividades mercantis e das feiras, o que o transformou no centro monopolizador da economia regional. Nesta época, surgem novas áreas edificadas, novas praças e registam-se consideráveis melhorias na rede viária.

No século XVIII, o Porto sofre grandes modificações ao nível urbanístico, com o aparecimento de grandes monumentos e novos arruamentos.

No século seguinte, a cidade torna-se fortemente industrializada, são construídas pontes de ligação entre o Porto e Vila Nova de Gaia, a malha urbana adensa-se e são abertas grandes artérias, de acesso a áreas residenciais, e construídas as linhas ferroviárias. No final deste século, inicia-se a abertura da Estrada da Circunvalação.

No século XX, aumenta a população residente, bem como a urbanização da cidade, surgindo os primeiros planos de urbanização. Por volta de 1915, é concluída a abertura da Avenida da Boavista, promovendo a expansão da cidade em direção a Oeste e uma maior conectividade com o Porto de Leixões. Em 1916, surge a Avenida dos Aliados. O êxodo rural e a grande implantação industrial continuariam a ser fatores decisivos no desenvolvimento do concelho do Porto.

Já na segunda metade do século XX, são criadas novas estruturas e funções como a área industrial da freguesia de Ramalde, a Via de Cintura Interna e as pontes da Arrábida (1963), Freixo (1995) e São João (1991).

Em 1996, atendendo à riqueza histórica e cultural da cidade do Porto, o seu centro histórico (atualmente correspondendo à União das Freguesias de Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória), foi classificado como “Património Cultural da Humanidade” pela UNESCO.

Em 2001, pelos mesmos motivos, o Porto é nomeado “Capital Europeia da Cultura” pela União Europeia, desenvolvendo-se nessa altura novas estruturas como a Casa da Música.

Nesta altura, registam-se avanços significativos, sobretudo ao nível dos transportes, com a inauguração do sistema de metropolitano “Metro do Porto” (2002), com a construção da Ponte Infante D. Henrique (2003) e com diversas obras de melhoramento de acessibilidades e edificado, derivadas da organização em Portugal do Campeonato Europeu de Futebol de 2004.

Presentemente, o Porto é uma das cidades que proporciona melhor nível de qualidade de vida à sua população residente, e à qual afluem milhares de turistas de todo o mundo.

O atual contexto deste território traz novas exigências e preocupações, com transformações rápidas e que têm que ser acompanhadas e monitorizadas, de forma eficaz, e suportadas aos vários níveis de intervenção (técnico, político, etc.).

O tema desenvolvido na presente dissertação constitui uma das preocupações, pretendendo-se propor e implementar soluções que melhorem ainda mais a qualidade de vida de quem ocupa e ocupará a cidade do Porto.

1.4 ENQUADRAMENTO HISTÓRICO DOS REGULAMENTOS DO MUNICÍPIO DO PORTO

A Direção Municipal do Urbanismo (DMU), da Câmara Municipal do Porto (CMP), reuniu, num único documento, os diversos planos e regulamentos urbanísticos da cidade do Porto, referentes ao período entre 1850 e 2015, percebendo-se bem a sua evolução e os conceitos que lhes estão associados (Direção Municipal do Urbanismo, 2015). Na Tabela 1.2 e na Tabela 1.3, apresenta-se uma súmula destes documentos, incluindo a data ou período a que dizem respeito. Desta retrospectiva, é possível perceber a evolução das preocupações de cada época, constatando-se que a referência aos “índices de impermeabilização” apenas surge em 2006, com o Plano Diretor Municipal do Porto (PDMP).

Tabela 1.2 – Posturas municipais, reguladoras do funcionamento da cidade (Direção Municipal do Urbanismo, 2015).

Data	Descrição
1835	Edital conjunto (publicação de algumas posturas)
1838	Livro manuscrito que juntava editais impressos e manuscritos
1839	Compilação municipal de posturas
1835 e 1855	Várias posturas – segurança e saúde pública
1852	Adesão de Portugal ao sistema métrico
1855	Conjunto de posturas – imagem e usos; águas pluviais
1905	Último código de posturas antes da implantação da República – contendo a base de toda a prática de gestão municipal, durante o século XX até à revolução de 1974, com uma componente mais administrativa do que construtiva

Tabela 1.3 - Regulamento e planos nacionais (Direção Municipal do Urbanismo, 2015).

Data	Descrição
1881	Plano geral de melhoramentos para a cidade do Porto (obrigatório desde 1864)
1900	Decreto com regras altimétricas
1903	Regulamento de Salubridade das Edificações Urbanas (RSEU); obrigatoriedade de criar sistema separativo de águas pluviais e residuais
1914	“Plano Geral de Arruamentos”
1915	Projetos urbanísticos / melhoramentos para a área central da cidade
1916	“Os melhoramentos da cidade do Porto”
1919	Arquitetura monumental da avenida dos Aliados
1932	Prólogo ao Plano da cidade do Porto
1934	“Plano Geral de Urbanização” (decorre do decreto-lei 240802, de 21/12/1934)
1952	Plano regulador de Almeida Garrett
1956	Plano de melhoramentos da cidade do Porto
1962	1º Plano Diretor da cidade do Porto (introduz o conceito de “condicionantes de uso do solo”, mas ainda sem limitar a impermeabilização)
1993	2º Plano Diretor da cidade do Porto (introduz o conceito de “capacidade construtiva”, mas ainda sem limitar a impermeabilização)
2000	Normas provisórias face à necessidade de revisão do PDM
2002	Medidas preventivas
2006	Plano Diretor Municipal da cidade do Porto (inclui índices de impermeabilização)

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está estruturada em 6 capítulos e reflete o planeamento das atividades propostas. Após este capítulo introdutório, o capítulo 2 apresenta o enquadramento legal e regulamentar, identificando a principal legislação, regulamentação e recomendações aplicáveis à matéria, aos níveis europeu, nacional e municipal. No capítulo 3, é apresentada a base teórica e técnica subjacente à permeabilidade dos solos e materiais constituintes. O capítulo 4 é dedicado à apresentação de sete casos práticos do Município do Porto, que foram analisados ao nível dos índices de impermeabilização, identificando algumas diferenças e critérios de apreciação. No capítulo 5, são incluídas propostas de solução e melhoria, quer numa vertente mais prática e direta, quer numa visão mais estratégica e transversal. O capítulo 6 incorpora as conclusões e os desenvolvimentos que poderão ocorrer no futuro. Por fim, é incluído um conjunto de anexos na presente dissertação, de modo a facilitar a sua leitura e consulta.

2

ENQUADRAMENTO LEGAL E REGULAMENTAR

2.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, é apresentado o enquadramento legal e regulamentar, começando por resumir-se as recomendações que, globalmente, a Comissão Europeia indica sobre o assunto (Comissão Europeia, 2012). Em seguida, é efetuada uma análise ao nível nacional, identificando os diplomas a cumprir de forma transversal, por todos os municípios. Finalmente, são elencados os documentos normativos, regulamentos e outros de caráter mais técnico, aplicados no Município do Porto.

Para além deste enquadramento, importa ainda fazer-se uma breve referência à “Lei da Água” (LA) (Decreto-Lei n.º 130/2012 de 22 de junho) e ao “Plano de Gestão dos Riscos de Inundações” (PGRI) (Decreto-Lei n.º 115/2010 de 22 de outubro), mas que, pela sua natureza, não serão desenvolvidos nos pontos que se seguem.

A Lei da Água, complementada com outros diplomas regulamentares, rege os moldes em que o planeamento e gestão das águas devem ser desenvolvidos, salientando-se o contributo que constitui para o risco de inundação e de cheias (<https://www.apambiente.pt/>).

O Plano de Gestão dos Riscos de Inundações (PGRI), está atualmente vocacionado para a avaliação de Zonas Críticas onde o fenómeno das inundações é fundamentalmente de origem fluvial (cheias), não estando incluídas inundações cuja origem seja pluvial (associado ao sistema de drenagem de águas pluviais e domésticas, geralmente designadas por cheias urbanas), costeira nem de origem subterrânea. Assim sendo, a ameaça avaliada no PGRI não é coincidente com a maioria dos PMOT e PDM publicados, onde o fenómeno é essencialmente pluvial (dentro dos perímetros urbanos) e onde a escala de aplicação é diferente da utilizada no PGRI (escala geográfica adaptada a instrumentos de planeamento nacional e regional) (<http://www.dgterritorio.pt/>, 2015).

2.2 CONTEXTO EUROPEU

2.2.1 ENQUADRAMENTO

A Europa é um continente muito diversificado e são múltiplas as razões ou fatores da ocupação dos solos e da sua consequente impermeabilização, sendo necessário utilizar os recursos naturais, incluindo os solos, de forma prudente e sustentável.

Embora disponha de competências limitadas a nível de regulamentação direta do ordenamento do território, a União Europeia (UE), tem desenvolvido políticas e adotado instrumentos legislativos que têm repercussões na ocupação e na impermeabilização dos solos.

A Diretiva “Avaliação do Impacto Ambiental” (AIA) (Directiva n.º 2014/52/CE de 16 de abril) e a “Diretiva Avaliação Ambiental Estratégica” (AAE) (Directiva n.º 2001/42/CE de 27 de junho), exigem a avaliação do impacto ambiental de projetos, planos e programas, nomeadamente com o objetivo de identificar as medidas para evitar, atenuar ou compensar os impactos negativos.

A Comissão Europeia (CE), elaborou um documento de trabalho (Comissão Europeia, 2012), que serviu de base à informação constante neste capítulo 2.2, e que contém diretrizes sobre as melhores práticas para limitar, atenuar ou compensar a impermeabilização dos solos, e pretende informar sobre a amplitude e o impacto da impermeabilização dos solos na União Europeia e dar exemplos de melhores práticas.

As melhores práticas mostram que um correto ordenamento do território é o resultado de uma abordagem integrada, que requer o total empenho de todas as autoridades públicas competentes (e não só das responsáveis pelo planeamento e ambiente), em especial ao nível da administração (como os municípios, províncias e regiões), que são normalmente responsáveis pela gestão dos terrenos.

Constata-se, no entanto, que só medidas e programas vinculativos permitem atingir os objetivos. Mesmo na ausência de um quadro nacional, podem ser definidos a nível local, nos planos e regulamentos urbanísticos, limites quantitativos sob a forma de medidas vinculativas aplicáveis à ocupação dos solos.

O programa URBACT da CE promove o intercâmbio de experiências entre municípios, com vista à elaboração de estratégias, métodos, ferramentas e recomendações práticas para as autoridades locais e regionais.

Na Fig. 2.1, apresenta-se a ocupação dos solos por unidade administrativa em 2000-2006 e, na Fig. 2.2, ilustra-se a superfície de solo impermeabilizado em 2006.

2.2.2 EXEMPLOS DE MELHORES PRÁTICAS

O conselho municipal de Osnabrück (Alemanha), introduziu novas normas ecológicas, das quais se destaca o cálculo da capacidade de infiltração da água em todas as zonas urbanizáveis. Desta forma, promove a aplicação de sistema de drenagem natural ou a construção de zonas de retenção de água, para evitar o aumento das águas de escoamento.

Em Estugarda (Alemanha), foram estabelecidas estratégias e objetivos de utilização sustentável do solo para o planeamento e responsáveis políticos. A qualidade do solo, que tem em conta as funções do solo a proteger e a influência humana (impermeabilização, por exemplo), é disponibilizada através de um mapa do município, numa escala de seis níveis, de modo que sejam preservados os solos com maior qualidade. Este conceito baseia-se numa decisão do conselho municipal, de controlar rigorosamente a impermeabilização dos solos na cidade.

Em Helsínquia (Finlândia), foi criado um projeto que, entre outras matérias, demonstrou como se podem atingir os novos níveis de vida com um impacto mínimo no ambiente. Foi ainda definido o conceito de “superfície impermeabilizada *per capita*”.

Na cidade de Dresden (Alemanha), o conselho municipal estabeleceu uma “conta de compensação do solo”, implicando que os novos projetos, em terrenos não construídos, requerem medidas adequadas de

criação de espaços verdes ou a desimpermeabilização de infraestruturas restantes no interior da cidade. Com esta medida, são desimpermeabilizados, em média, cerca de 4 hectares / ano.

Em Malta, foram adotadas medidas para compensar a elevada percentagem de superfícies impermeabilizadas, integrando cisternas e poços nas novas construções. Existem também benefícios na taxa a pagar pela drenagem e tratamento das águas residuais, em função de, por exemplo, a utilização de materiais permeáveis ou utilização de cisternas.

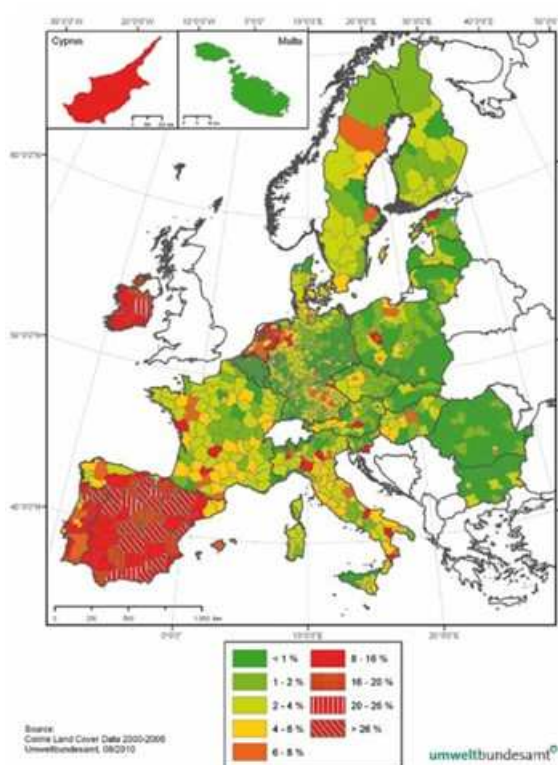


Fig. 2.1 - Ocupação dos solos por unidade administrativa em 2000-2006 (Comissão Europeia, 2012).

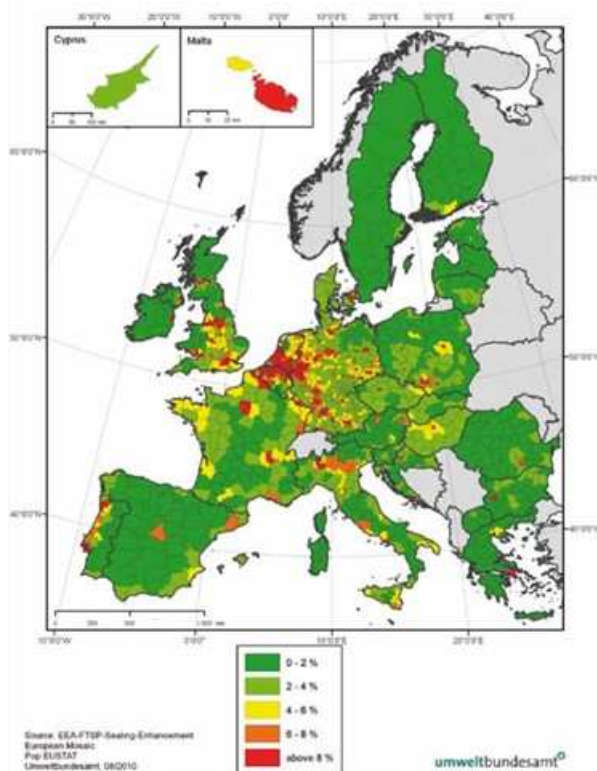


Fig. 2.2 - Superfície de solo impermeabilizado em 2006 (Comissão Europeia, 2012).

2.3 CONTEXTO NACIONAL

Ao nível nacional, existe legislação comum e transversal que, implicando com o assunto em apreço, pode (se for o caso), ser transposta para regulamentos ou planos municipais ou intermunicipais, e que se analisam nos pontos seguintes.

2.3.1 O REGIME JURÍDICO DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO TERRITORIAL

O Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial (RJIGT) foi aprovado pelo Decreto-lei n.º 380/99, de 22 de setembro e, decorrente da Lei de Bases da Política Pública dos Solos, de Ordenamento do Território e de Urbanismo, de 2014, publicada pela Lei n.º 31/2014, de 30 de maio, foi revisto em 2015 através do Decreto-lei n.º 80/2015, de 14 de maio (Fig. 2.3).

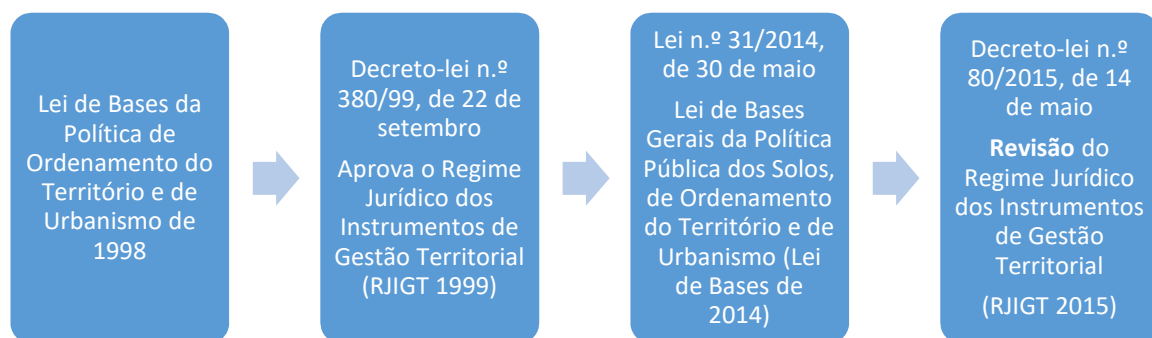


Fig. 2.3 – Elaboração, aprovação e revisão do RJGT.

Da “lei de bases gerais da política pública de solos, de ordenamento do território e de urbanismo”, (Lei n.º 31/2014 de 30 de maio), constam, entre outros, os seguintes fins:

- Valorizar as potencialidades do solo, salvaguardando a sua qualidade e a realização das suas funções ambientais, económicas, sociais e culturais, enquanto suporte físico e de enquadramento cultural para as pessoas e suas atividades, fonte de matérias-primas e de produção de biomassa, reservatório de carbono e reserva de biodiversidade;
- Aumentar a resiliência do território aos efeitos decorrentes de fenómenos climáticos extremos, combater os efeitos da erosão, minimizar a emissão de gases com efeito de estufa e aumentar a eficiência energética e carbónica.

Para que estes objetivos sejam trabalhados e alcançados de forma eficaz, é necessário uma articulação adequada entre os vários níveis de coordenação, estabelecendo o RJGT, logo no Art.º 1º, o regime entre os âmbitos nacional, regional intermunicipal e municipal do sistema de gestão territorial (Fig. 2.4).



Fig. 2.4 – Âmbitos do regime de coordenação do sistema de gestão territorial.

Conforme pode constatar-se, os planos desenvolvidos ao nível intermunicipal e municipal, decorrem dos níveis superiores devendo, sem perder a sua identidade e aplicabilidade ao território respetivo, estar enquadrados e alinhados no âmbito nacional e regional.

2.3.2 O DECRETO REGULAMENTAR N.º 9/2009, DE 29 DE MAIO

O RJGT prevê que os conceitos técnicos nos domínios do ordenamento do território e do urbanismo, a utilizar nos instrumentos de gestão territorial, sejam estabelecidos por decreto regulamentar.

Conforme referido no capítulo 1, com a publicação do Decreto Regulamentar n.º 9/2009, em 29 de maio, pretende-se evitar a dispersão e imprecisão de conceitos, o recurso a expressões que não são objeto de definição, a utilização do mesmo conceito com diferentes significados ou do mesmo instituto jurídico com diferentes designações, bem como a utilização de conceitos indeterminados ou incorretos.

Esta situação, recorrente, acarreta consequências negativas para a gestão do território, impedindo a aplicação objetiva e rigorosa da disciplina dos planos, a verificação da conformidade e compatibilidade entre instrumentos de planeamento territorial, a coordenação das intervenções públicas nos vários âmbitos e, ainda, a avaliação dos instrumentos de gestão territorial e dos seus efeitos.

Neste contexto, a fixação de conceitos técnicos nos domínios do ordenamento do território e do urbanismo, a utilizar nos instrumentos de gestão territorial, contribuem para uma maior eficácia e eficiência na gestão do território, credibilizando o sistema de planeamento e assegurando que os resultados das práticas de gestão territorial respondem aos objetivos traçados.

O presente DR incorpora diversas fichas no seu anexo, incluindo a ficha n.º 34 (Anexo A), através da qual é estabelecido o índice de impermeabilização do solo (Iimp), em função da ocupação ou revestimento.

A ficha está dividida em duas partes, “definição” e “notas complementares”, que apesar de constarem do Anexo A, e para facilidade de leitura, reproduzem-se na íntegra em seguida:

Definição:

O índice de impermeabilização do solo (Iimp) é função da ocupação ou revestimento, sendo calculado pelo quociente entre o somatório das áreas impermeabilizadas equivalentes ($\sum A_{imp}$) e a área de solo (A_s) a que o índice diz respeito, expresso em percentagem. Ou seja:

$$I_{imp} = \left(\sum A_{imp} / A_s \right) \times 100$$

Cada área impermeabilizada equivalente (A_{imp}) é calculada pelo produto entre a área do solo (A_s) a que diz respeito e o coeficiente de impermeabilização (C_{imp}) que corresponde ao tipo de ocupação ou revestimento que nela é realizado ou previsto, ou seja:

$$A_{imp} = C_{imp} \times A_s$$

Notas complementares:

O índice de impermeabilização do solo mede apenas a alteração da permeabilidade que resulta da ocupação ou do revestimento realizado ou previsto, sendo independente da permeabilidade do solo original, antes dessa ocupação ou revestimento.

A aplicação deste índice a cada caso concreto exige:

- A prévia identificação e delimitação de sub-áreas, a que corresponde um tipo de ocupação ou revestimento específico;
- O estabelecimento dos coeficientes de impermeabilização que correspondem ao tipo e ocupação ou revestimento de cada sub-área.

A área impermeabilizada equivalente exprime o peso relativo de cada sub-área na área total de solo a que o índice de impermeabilização diz respeito.

O valor do coeficiente de impermeabilização varia entre 0 e 1.

Na falta de melhor informação sobre o valor dos coeficientes de impermeabilização da ocupação ou do revestimento em presença, poderão utilizar-se os seguintes valores de referência:

- Solo ocupado com construções ou com revestimento impermeável: $C_{imp} = 1$;
- Solo com revestimento semi-permeável: $C_{imp} = 0,5$;
- Solo plantado ou solo natural sem qualquer revestimento: $C_{imp} = 0$.

Considera-se existir uma falta de rigor na formalidade, no primeiro parágrafo, em que “As” tanto é a área total de solo, como a área de solo de cada parcela homogénea. Na Fig. 2.5, ilustra-se um exemplo prático, que pretende elucidar o conceito.

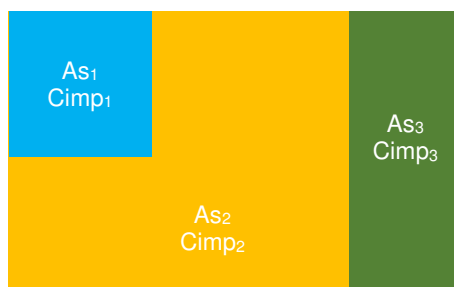


Fig. 2.5 – Ilustração de um caso prático (ficha n.º 34).

Neste exemplo, As_1 , As_2 e As_3 são as áreas parciais 1, 2 e 3, respetivamente e As corresponde à área total do solo. Daqui resulta a expressão (2.1).

$$As = As_1 + As_2 + As_3 \quad (2.1)$$

Dado que C_{imp1} , C_{imp2} e C_{imp3} é o coeficiente de impermeabilização das áreas parciais As_1 , As_2 e As_3 , respetivamente, e I_{imp} diz respeito ao índice de impermeabilização da área total do solo As , este índice é determinado pela expressão (2.2):

$$I_{imp} = \frac{As_1 \times C_{imp1} + As_2 \times C_{imp2} + As_3 \times C_{imp3}}{As} \times 100 \quad (2.2)$$

Também ao nível das notas complementares, e fazendo uma leitura taxativa, depreende-se que é possível aumentar gradualmente a impermeabilização, fazendo a ocupação do solo sucessivamente, dado que, em cada avaliação, são apenas comparadas situações sequenciais (não necessariamente a situação original). Apesar desta interpretação, entende-se que tal prática não deverá ser permitida, havendo que criar mecanismos que impeçam o aproveitamento desta possibilidade legal.

No capítulo 4, apresentam-se casos práticos e tecem-se considerações relativamente à aplicabilidade desta ficha.

2.4 CONTEXTO INTERMUNICIPAL

A (Lei n.º 75/2013 de 12 de setembro), estabelece o regime jurídico das autarquias locais, aprova o estatuto das entidades intermunicipais, estabelece o regime jurídico da transferência de competências do Estado para as autarquias locais e para as entidades intermunicipais e aprova o regime jurídico do associativismo autárquico.

A nível intermunicipal, outra novidade prende-se com a previsão de planos intermunicipais, isto é, instrumentos regulamentares definidores do regime de uso do solo a uma escala territorial mais ampla que o território de um só município. É adequada a possibilidade de serem adotados planos territoriais de âmbito intermunicipal que se estendam pelo território de mais do que um município e que definam o regime de uso de solo. Nas áreas metropolitanas, quando promovido por todos os municípios que as integram, o plano diretor intermunicipal tem a designação de plano metropolitano de ordenamento do território (F. Oliveira, 2017).

No caso do Porto, que está inserido na Área Metropolitana do Porto (Evaristo, Cadore, Gosenheimer, Silva, & Santos), (Fig. 2.6), será esta entidade a responsável pela elaboração (ainda que facultativa), do respetivo programa intermunicipal (Lei n.º 31/2014 de 30 de maio).



Fig. 2.6 – Enquadramento do município do Porto na AMP (<http://portal.amp.pt>).

Consultado o sítio institucional da AMP, é reconhecida a continuidade do território metropolitano e a intensa ligação entre os pólos urbanos, traduzidos em grandes conectividades, fluxos ou áreas de influência que ignoram os limites administrativos e justificam uma abordagem comum, intermunicipal e interdisciplinar às questões de planeamento que, interessando a vários municípios, adquirem carácter metropolitano. No entanto, apenas se identificam alguns projetos específicos, tais como o “Programa Metropolitano para a Qualificação Urbana da Circunvalação” e “Valorização do Rio Douro”, não havendo qualquer previsão da criação de um documento mais abrangente e completo (<http://portal.amp.pt>).

Regista-se ainda que, de várias pesquisas efetuadas aos sítios institucionais das entidades intermunicipais (quando possível, uma vez que alguns estão inoperacionais), encontram-se estudos bastante evoluídos e que incorporam a correspondente área intermunicipal. Porém, percebe-se que o surgimento destas entidades, apesar de cumprir regras comuns, resulta em áreas de interesse e elaboração de documentos muito díspares e que, em muitos casos, nem sequer estão disponíveis para consulta. Entende-se, pois, que haverá necessidade, a curto prazo, de definir objetivos comuns, tornando este trabalho mais acessível, coerente e abrangente. Por último, confirma-se que, da amostragem efetuada, não consta, em nenhum dos estudos e projetos em curso, análise ou estratégias intermunicipais que envolvam a impermeabilização dos solos, reforçando a pertinência deste tema e a necessidade de acionar medidas que invertam esta tendência.

O Porto faz fronteira com Matosinhos, Maia, Gondomar e Vila Nova de Gaia e verificam-se, atualmente, grandes assimetrias e diversidade de critérios na gestão territorial de zonas contíguas, como é demonstrado nos exemplos que se seguem, onde são comparados os critérios estabelecidos em cada PDM.

A título exemplificativo, faz-se a análise para duas dessas zonas-fronteira: Porto / Maia e Porto / Gondomar. Esta análise permitirá concluir que, para zonas adjacentes, mas pertencentes a municípios distintos, os critérios são diferentes.

2.4.1 FRONTEIRA DOS MUNICÍPIOS DO PORTO E DA MAIA (EXEMPLO)

Neste primeiro exemplo, referente a uma zona de fronteira entre os municípios do Porto e da Maia, analisou-se a Estrada da Circunvalação, na área assinalada na Fig. 2.7.

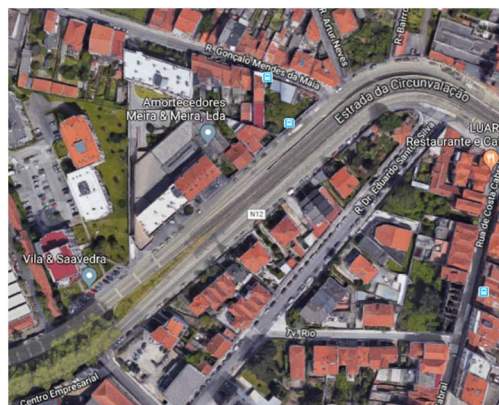


Fig. 2.7 – Localização da zona de fronteira entre os municípios do Porto e da Maia (<https://www.google.pt/maps>).

Consultando o PDM da Maia, e de acordo com a Planta de Ordenamento D, (Câmara Municipal da Maia, 2013), a área em apreço, assinalada a cor vermelha, localiza-se em área de “espaços residenciais” e, dentro desta, em “áreas de habitação coletiva HC2” (Fig. 2.8).



Fig. 2.8 – Excerto da Planta de Ordenamento D, do PDM da Maia (fronteira com o Porto) (Câmara Municipal da Maia, 2013).

De acordo com o Regulamento do PDM da Maia, (Aviso n.º 9751/2013 de 30 de julho) (excerto no Anexo B), a esta categoria de espaço equivale um índice de impermeabilização máximo do solo de 75%.

Fazendo a análise para o Porto, verifica-se que, de acordo com o PDM deste município, a área abrange dois tipos de categoria de espaços: “Área de Frente Urbana Contínua em Consolidação” (a laranja) e “Área de Edificação Isolada com Prevalência de Habitação Coletiva” (a amarelo) - Fig. 2.9 (Câmara Municipal do Porto, 2017)

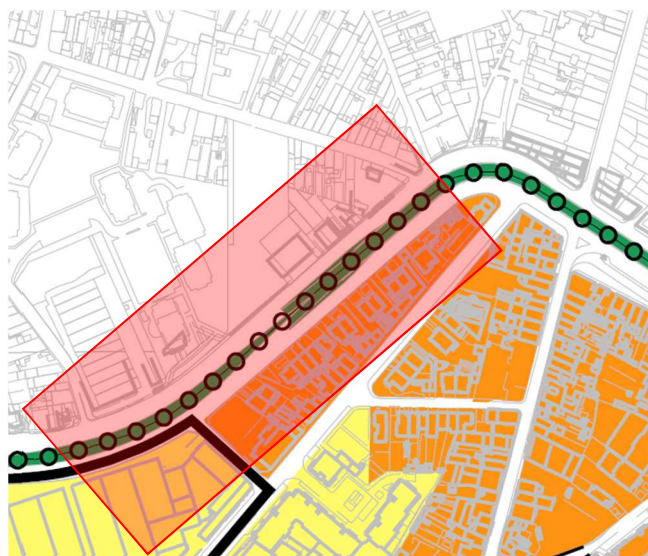


Fig. 2.9 - Excerto da Planta de Ordenamento, do PDM do Porto (fronteira com a Maia) (<http://balcaovirtual.cm-porto.pt/>).

De acordo com Regulamento do Plano Diretor Municipal do Porto, (Aviso n.º 9751/2013 de 30 de julho) (excerto no Anexo C), a estas categorias de espaço equivalem os seguintes índices de impermeabilização:

- Área de Frente Urbana Contínua em Consolidação: 70% da área do prédio (Art.º 20º, ponto 1, alínea b); na área do prédio não afeta à ocupação dos edifícios, 10% desde que não comprometa a existência de uma área permeável de 30% da área do prédio (Art.º 20º, ponto 1, alínea i);
- Área de Edificação Isolada com Prevalência de Habitação Coletiva: 65% da área do prédio (Art.º 27º, ponto 2).

Daqui decorre que o critério adotado para os índices de construção e de impermeabilização não são iguais, apesar da continuidade do território.

Na Fig. 2.10, apresenta-se uma imagem aérea que permite visualizar as diferenças de ocupação do solo existentes neste local. Observando o contraste entre os edifícios e as zonas verdes, e apesar da Maia permitir maior impermeabilização, existe a perceção de que o índice de impermeabilização do lado do Porto é maior. Esta conclusão não é linear, uma vez que podem existir no Porto pavimentos com elevado índice de permeabilidade (ainda que não sejam áreas verdes), a Maia pode estar a cumprir os seus índices com muita folga ou o Porto poderá estar a apresentar desvios no cumprimento dos seus índices máximos, situações que só poderão aferir-se com rigor quando analisadas localmente e com maior pormenor.

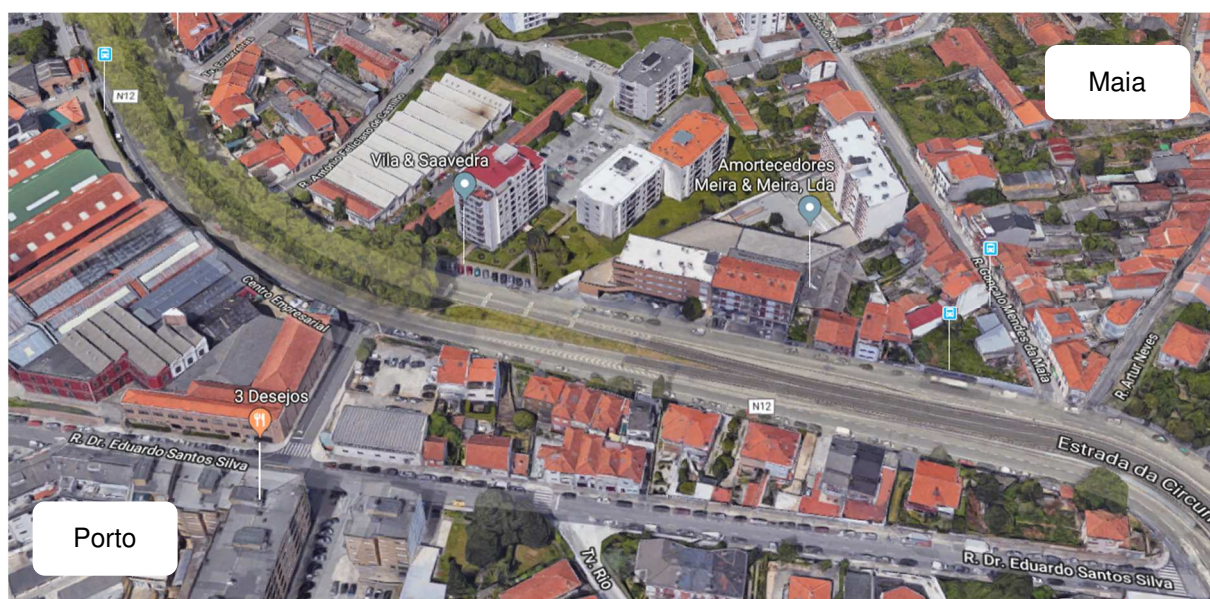


Fig. 2.10 – Imagem aérea da área em apreço (Maia / Porto) (<https://www.google.pt/maps>).

2.4.2 FRONTEIRA DOS MUNICÍPIOS DE GONDOMAR E DO PORTO (EXEMPLO)

Neste segundo exemplo, é avaliada uma zona de fronteira entre os municípios de Gondomar e do Porto, tendo-se analisado a Estrada da Circunvalação, no local assinalado na Fig. 2.11.

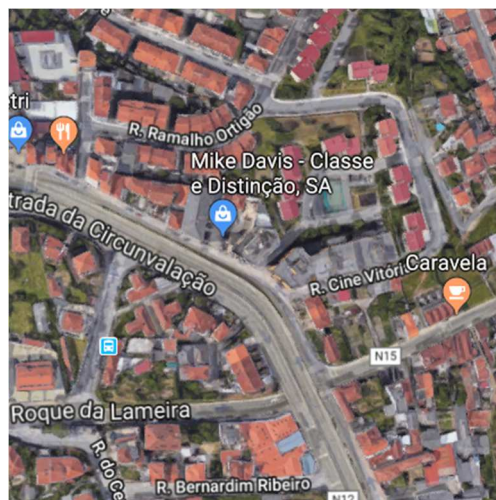


Fig. 2.11 – Localização da zona e fronteira entre Porto e Gondomar (<https://www.google.pt/maps>).

Consultando o PDM de Gondomar, e de acordo com a planta de Ordenamento A, (Câmara Municipal de Gondomar, 2015b), a área em análise, assinalada a cor azul, localiza-se em “solo urbanizado - espaços residenciais - Tipo I” (castanho mais escuro) - Fig. 2.12.

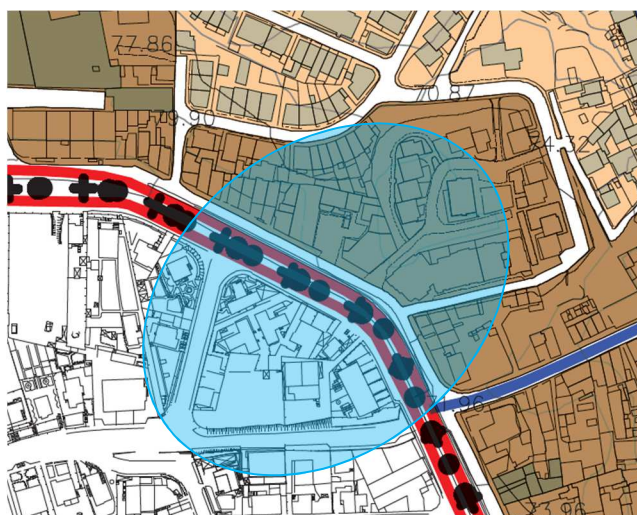


Fig. 2.12 - Excerto da Planta de Ordenamento A, do PDM de Gondomar (fronteira com o Porto) (Câmara Municipal de Gondomar, 2015b).

De acordo com Regulamento do PDM de Gondomar (excerto no Anexo D), a esta categoria de espaço equivale um índice de impermeabilização máximo do solo de 80% (Câmara Municipal de Gondomar, 2015a).

Fazendo a mesma análise, agora para o PDM do Porto, verifica-se que, de acordo com a Fig. 2.13, a área está engobada na categoria de “Área de Edificação Isolada com Prevalência de Habitação Coletiva” (Câmara Municipal do Porto, 2017).



Fig. 2.13 - Excerto da Planta de Ordenamento, do PDM do Porto (fronteira com Gondomar)
(<http://balcaovirtual.cm-porto.pt/>).

Com base no Regulamento do PDM do Porto, (Aviso n.º 9751/2013 de 30 de julho) (excerto no Anexo C), a esta categoria de espaço equivale um índice de impermeabilização máximo de 65% da área do prédio (Art.º 27.º, ponto 2).

Daqui decorre novamente que os critérios adotados para os índices de impermeabilização não são coincidentes, apesar da continuidade do território.

Na Fig. 2.14, apresenta-se uma imagem aérea que permite visualizar as diferenças de ocupação do solo existentes neste local. Neste caso, e em contraposição com o anterior, ao maior índice de impermeabilização (Gondomar) parece corresponder “mais impermeabilização”. Uma vez mais reforça-se que se trata apenas de uma perceção que, para ser avaliada / justificada / fundamentada, têm que ser tidos em conta vários aspetos (permeabilidade dos pavimentos, parcelas que ainda não foram alvo de edificação, etc.).

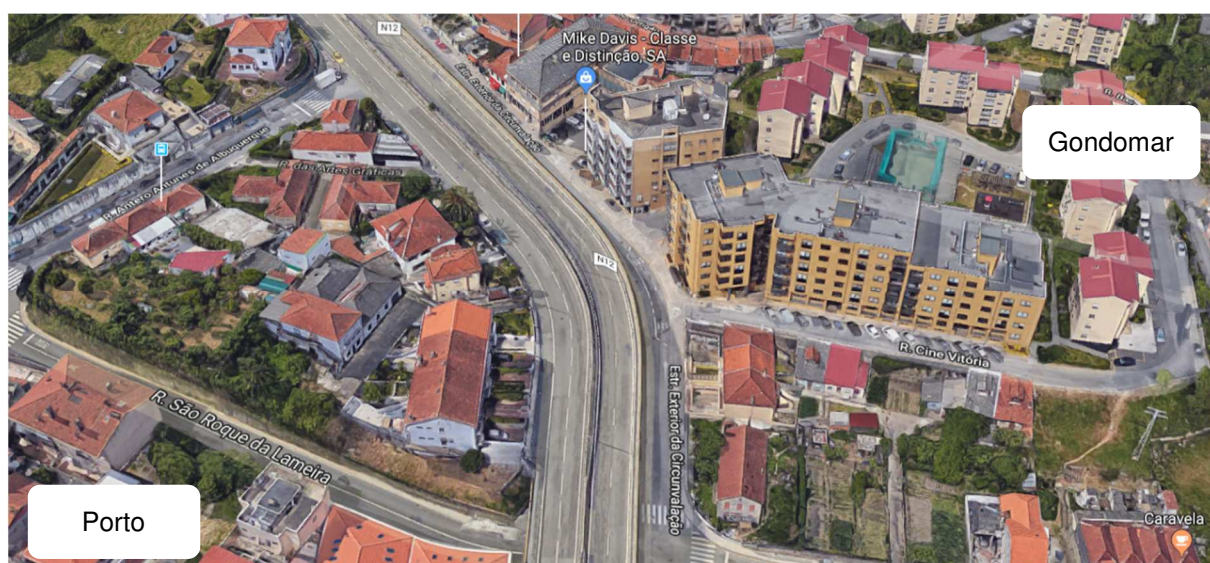


Fig. 2.14 – Imagem aérea da área em apreço (Gondomar / Porto) (<https://www.google.pt/maps>).

2.5 CONTEXTO MUNICIPAL

Conforme exposto no capítulo 2, a cidade foi evoluindo, assim como as respetivas regras, regulamentação e legislação aplicadas na gestão territorial. Nos pontos seguintes, identificam-se os documentos atualmente em vigor, e que têm impacto na gestão territorial, nomeadamente no que respeita ao grau de impermeabilização do solo.

2.5.1 PLANO DIRETOR MUNICIPAL DO PORTO (PDMP)

O Plano Diretor Municipal do Porto (PDMP), foi elaborado ao abrigo do Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial (RJIGT), e visa estabelecer as regras e orientações a que devem obedecer a ocupação, o uso e a transformação do solo para o território do concelho do Porto (Aviso n.º 14332/2012 de 25 de outubro). Desde a sua elaboração, em 2006, o PDMP teve várias correções, alterações e revisões, que se resumem na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – PDM do Porto (publicação e alterações) (<http://balcaovirtual.cm-porto.pt/>).

Data	Diário da República	N.º do aviso / ratificação	Ato / Descrição	Referência bibliográfica
03/02/2006	Diário da República, série 1, N.º 25	Resolução do Conselho de Ministros n.º 19	1ª publicação	(Resolução do Conselho de Ministros n.º 19/2006 de 3 de fevereiro)
16/03/2012	Diário da República, 2ª série, N.º 55	Aviso 4272/2012	1ª Correção Material	(Aviso n.º 4272/2012 de 16 de março)
25/10/2012	Diário da República, 2ª série, N.º 207	Aviso 14332/2012	1ª Alteração	(Aviso n.º 14332/2012 de 25 de outubro)
11/07/2014	Diário da República, 2ª série, N.º 132	Aviso 8094/2014	1ª Alteração Simplificada	(Aviso 8094/2014 de 11 de julho)
05/10/2015	Diário da República, 2ª série, N.º 194	Aviso 11352/2015	2ª Alteração	(Aviso 11352/2015 de 5 de outubro)
24/03/2015	Diário da República, 2ª série, N.º 58	Aviso 3118/2015	2ª Revisão - início da elaboração da 2ª Revisão	(Aviso n.º 3118/2015 de 24 de março)
29/02/2016	Diário da República, 2ª Série, N.º 41	Aviso 2627/2016	2ª Revisão - alteração do prazo para 36 meses para a elaboração da 2ª revisão (terminaria a 25/03/2018)	(Aviso n.º 2627/2016 de 29 de fevereiro)
02/08/2017	Diário da República, 2ª Série, N.º 148	Aviso 8637/2017	2ª Alteração Simplificada - alteração à categoria da ocupação do solo da Planta de Ordenamento	(Aviso (extrato) n.º 8637/2017 de 2 de agosto)
16/03/2018	Diário da República, 2ª Série, N.º 54	Aviso 3527/2018	2ª Revisão - alteração do prazo para mais 36 meses para a elaboração da 2ª revisão (terminará em 2021)	(Aviso n.º 3527/2018 de 16 de março)

2.5.1.1 QUALIFICAÇÃO DO SOLO

O perímetro urbano da cidade do Porto corresponde à totalidade do território municipal e, como tal, à área abrangida pelo PDMP, classificando-se como solo urbano, em acordo com o RJGT, e compreendendo as categorias de espaço indicadas na Tabela 2.2 e Tabela 2.3. Através da carta de qualificação do solo, um dos elementos que constitui o PDMP, é possível verificar a categoria em que determinada área, em análise, se insere.

Tabela 2.2 - Qualificação do solo – solo urbanizado (PDMP).

	Solo urbanizado	Capítulo do PDMP	Secção do PDMP	Art.º PDMP
a)	Áreas históricas	II	I	9º a 13º
b)	Área de frente urbana contínua consolidada	II	II	14º a 17º
c)	Área de frente urbana contínua em consolidação	II	III	18º a 21º
d)	Área de habitação de tipo unifamiliar	II	IV	22º a 24º
e)	Área de edificação isolada com prevalência de habitação coletiva	II	V	25º a 28º
f)	Área de urbanização especial	II	VI	29º a 31º
g)	Área empresarial do Porto	II	VIII	35º a 37º
h)	Área de equipamento	II	VII	32º a 34º
i)	Sistemas de circulação e mobilidade	III	I	48º a 69º

Tabela 2.3 - Qualificação do solo – solo afeto à estrutura ecológica (PDMP).

	Solo afeto à estrutura ecológica	Capítulo do PDMP	Secção do PDMP	Art.º PDMP
a)	Área de equipamento integrado em estrutura ecológica	IV	---	42º e 43º
b)	Áreas verdes de utilização pública	II	IX	38º
c)	Áreas verdes mistas	II	IX	39º
d)	Áreas verdes privadas a salvaguardar	II	IX	40º
e)	Área verde de enquadramento de espaço-canal	II	IX	41º

2.5.1.2 IMPERMEABILIZAÇÃO

De acordo com o ponto 6, do Art.º 4º, do Aviso n.º 14332/2012, de 25 de outubro de 2012, entende-se por:

- Área de impermeabilização (Ai), o valor numérico, expresso em metros quadrados, resultante do somatório da área de implantação das construções de qualquer tipo e áreas de solos pavimentados com materiais impermeáveis ou que propiciem o mesmo efeito, designadamente em arruamentos, estacionamento, equipamentos desportivos e logradouros;
- Área de implantação (Ao), o valor, expresso em metros quadrados, do somatório das áreas resultantes da projeção ortogonal no plano horizontal de todos os edifícios acima da cota do terreno, incluindo anexos mas excluindo varandas e platibandas.

Na Tabela 2.4, resumem-se as regras relativamente à impermeabilização, de acordo com a classificação do uso do solo, previstas no PDMP.

Existem exceções, devidamente fundamentadas legalmente, como é o caso dos constantes nos planos de pormenor. A título de exemplo, refere-se o “Plano de Pormenor das Antas”, alterado através do (Aviso n.º 11535/2014 de 16 de outubro), e que no seu artigo 15º, alínea c), define que, na parte dos logradouros sem construção subterrânea não é permitida a impermeabilização do solo.

Tabela 2.4 - Impermeabilização em função da classificação do uso do solo (PDMP).

Classificação do uso do solo	Condição 1	Art.º / Nº / alínea	Condição 2	Art.º / Nº / alínea
Áreas históricas	“admitida... se houver redução da área impermeável legalmente constituída anterior à operação”	Art.º 13º	---	---
Área de frente urbana contínua consolidada	“o interior dos logradouros destina-se a espaço verde permeável”	Art.º 17º, número 1	“quando não resulte uma impermeabilização superior a 20% da área do logradouro...”	Art.º 17º, número 2, alínea e
Área de frente urbana contínua em consolidação	“... nem uma impermeabilização superior a 70% da área do prédio”	Art.º 20º, alínea b	“... impermeabilizada no máximo de 10% desde que não comprometa a existência de uma área permeável de 30% da área do prédio”	Art.º 20º, alínea i
Área de habitação do tipo unifamiliar	“a área de impermeabilização não pode exceder 60% da área do prédio ou lote”	Art.º 24º, número 1, alínea b	“no caso de operação de loteamento ou de impacte semelhante a loteamento, a área de impermeabilização não pode exceder 60% da área do prédio”	Art.º 24º, número 2
Área de edificação isolada com prevalência de habitação coletiva	“... em edifícios existentes cujo índice de construção seja inferior a 0,8, admite-se a ampliação até este valor, desde que daí não resulte uma área de impermeabilização superior a 65% da área do prédio”	Art.º 27º, número 2	“os logradouros já constituídos devem ser preservados, admitindo-se a sua impermeabilização até ao limite de 65% da área do prédio”	Art.º 28º
Área de urbanização especial	“... a definição detalhada da sua conceção e forma de ocupação com recurso ao desenho urbano, estando inserida em unidades operativas de planeamento e gestão (UOPG)”	Art.º 29º, número 1	---	---
Área de equipamento	“a área máxima de impermeabilização é estabelecida em função dos valores ambientais e urbanísticos presentes, não podendo ser superior a 75%”	Art.º 34º, número 1, alínea b	“... estrutura ecológica... não pode ser inferior a 60%... aprovação da Câmara Municipal... inventário e mapificação das espécies vegetais...”	Art.º 34º, número 3, alíneas a e b

Classificação do uso do solo	Condição 1	Art.º / Nº / alínea	Condição 2	Art.º / Nº / alínea
Área empresarial do Porto	<i>“Até à entrada em vigor do plano de urbanização referido no Art.º 36º (...), c) a área de impermeabilização não pode ser superior a 70% da área do prédio ou lote”</i>	Art.º 37º	---	---
Áreas verdes de utilização pública	<i>“... a área de impermeabilização não pode ser superior a 5% da área verde de utilização pública em que se localizam”</i>	Art.º 38º, número 2	---	---
Áreas verdes mistas	<i>“... desde que a área de impermeabilização não seja superior a 5% da área do prédio em que se localizam”</i>	Art.º 39º, número 3, alínea b	---	---
Áreas verdes privadas a salvar	<i>“a área máxima de impermeabilização é estabelecida em função dos valores ambientais e urbanísticos presentes e não pode ser superior a 40% da área total”</i>	Art.º 40º, alínea b	---	---
Áreas verdes de enquadramento de espaço-canal	<i>“estas áreas devem ser totalmente ocupadas por revestimento vegetal...”</i>	Art.º 41º, número 2	---	---

As regras de impermeabilização definem percentagens máximas de impermeabilização ou outros critérios a ter em conta, em função da área de construção, do logradouro e do estado de consolidação do espaço. Na avaliação destes critérios, é fundamental distinguir obras com pré-existências ou aquelas em que a intervenção é efetuada de raiz.

Para melhor perceção da distribuição de cada uma destas áreas (Tabela 2.4), no território do município, apresentam-se, nas Fig. 2.15, Fig. 2.16 e Fig. 2.17, as manchas da “área de habitação do tipo unifamiliar”, “área de edificação isolada com prevalência de habitação coletiva” e “área de frente urbana contínua consolidada”, respetivamente.



Fig. 2.15 - Área de habitação do tipo unifamiliar – PDMP (Direção Municipal do Urbanismo).

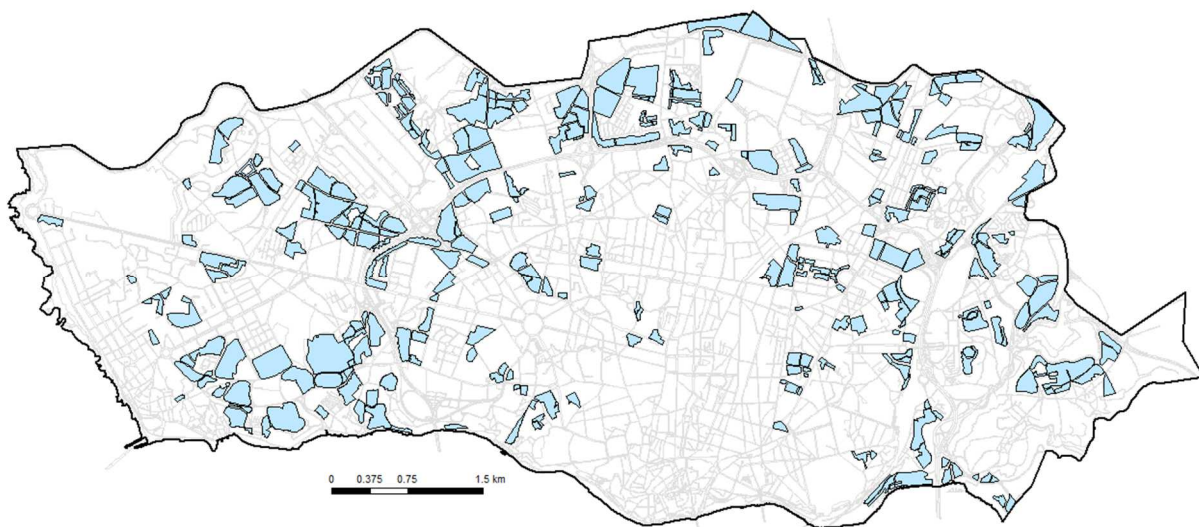


Fig. 2.16 - Área de edificação isolada com prevalência de habitação coletiva – PDMP (Direção Municipal do Urbanismo).



Fig. 2.17 - Área de frente urbana contínua consolidada – PDMP (Direção Municipal do Urbanismo).

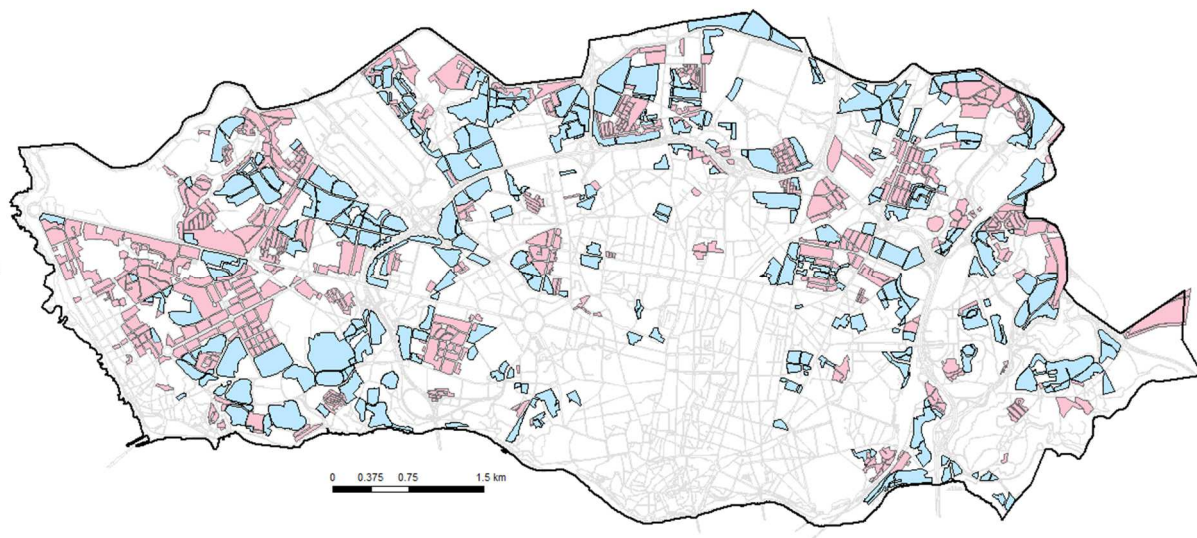


Fig. 2.18 – Sobreposição das áreas de “habitação do tipo unifamiliar” e de “edificação isolada com prevalência de habitação coletiva” – PDMP (Direção Municipal do Urbanismo).

Verifica-se, da mesma forma que ocorre entre municípios (2.4.1 e 2.4.2), que as fronteiras entre cada uma das áreas indicadas na Tabela 2.4 nem sempre seguem critérios lógicos e coerentes, levando a dificuldades e ambiguidades nas análises dos processos de licenciamento, pelo que seria de reavaliar e, eventualmente, rever estas fronteiras na próxima revisão do PDMP.

Na Fig. 2.18, apresenta-se a sobreposição entre as áreas de “habitação do tipo unifamiliar” e de “edificação isolada com prevalência de habitação coletiva”, de modo a perceber-se algumas das situações mencionadas.

Para além da problemática das zonas privadas, convém salientar os “sistemas de circulação e mobilidade” que, no caso do Porto, representam quase um quinto da sua área total. Na Fig. 2.19, ilustram-se estas áreas.



Fig. 2.19 – Planta de uso do solo do PDMP – sistema de circulação e transporte (Direção Municipal do Urbanismo).

2.5.2 CÓDIGO REGULAMENTAR DO MUNICÍPIO DO PORTO (CRMP)

O Código Regulamentar do Município do Porto (CRMP) é o diploma onde se encontram reunidas, de forma unitária e sistemática, todas as normas regulamentares do Município do Porto (<https://cmpexternos.cm-porto.pt/crmp/>).

O CRMP tem por objetivo (art A/1º) consagrar as disposições regulamentares com eficácia externa em vigor na área do Município do Porto nos seguintes domínios:

- a) Urbanismo;
- b) Ambiente;
- c) Gestão do espaço público;
- d) Intervenção municipal sobre o exercício de atividades privadas;
- e) Gestão de recursos;
- f) Taxas e outras receitas municipais;
- g) Fiscalização e sancionamento de infrações.

Na parte B, o CRMP articula o enquadramento legal referente ao urbanismo, onde se incluem as questões relativas à impermeabilização do solo.

Em termos de definições, o CRMP define:

- Área de impermeabilização (Ai) como o valor numérico, expresso em metros quadrados, resultante do somatório da área de implantação das construções de qualquer tipo e áreas de solos pavimentados com materiais impermeáveis ou que propiciem o mesmo efeito, designadamente em arruamentos, estacionamento, equipamentos desportivos e logradouros;
- Índice de impermeabilização (Ii) como a razão entre a área de impermeabilização e a área do(s) prédio(s).

Para verificação do cumprimento da área de impermeabilização nos termos deste regulamento, todos os materiais propostos para a pavimentação dos espaços exteriores deverão ser acompanhados de ficha técnica, que indique a sua permeabilidade, e de pormenor construtivo, subscrito por técnico autor do projeto, pormenor este que deverá referir a percentagem de permeabilidade do solo após o seu revestimento para cálculo do índice de permeabilidade (número 4 do Artigo B-1/7.º, em “Edificações nos logradouros”).

Apesar de se reconhecer a preocupação do CRMP com a verificação a efetuar, tecem-se os seguintes comentários:

- A ficha técnica, só por si, pode não ser suficiente para atestar a permeabilidade;
- O pormenor construtivo deverá incluir todas as camadas do pavimento e não apenas o revestimento;
- Deve ser apresentado o cálculo do índice de impermeabilização do pavimento como um todo, incluindo todas as suas camadas;
- Estes cálculos, do foro da hidráulica, deverão ser subscritos por técnico da especialidade, não podendo ser assumidos pelos arquitetos. Ainda que estes elementos de projeto sejam, por norma, apresentados na fase do projeto arquitetura, impõe-se uma articulação entre especialidades logo nesta fase.

Todos os espaços de estacionamento privado devem ter um pavimento adequado à situação e ao tipo de uso previsto e, no caso de estacionamento ao ar livre, devem privilegiar-se soluções que não impliquem a impermeabilização do solo, por forma a garantir uma boa drenagem das águas pluviais, sendo ainda aconselhável uma adequada arborização (número 5 do Artigo B-1/19.º).

Ainda de acordo com o CRMP, o Município pode impor condicionamentos ao alinhamento, à implantação, à volumetria ou ao aspeto exterior das edificações, assim como à percentagem de impermeabilização do solo ou à alteração do coberto vegetal, com fundamento na preservação ou promoção dos valores arqueológicos, patrimoniais e ambientais da área objeto de intervenção e da Cidade no seu conjunto (número 1 do Artigo B-1/4.º).

2.5.3 RELATÓRIO SOBRE O ESTADO DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO (REOT)

O RJGT prevê que as CM elaborem, periodicamente, o relatório sobre o estado do ordenamento do território (REOT), a submeter à apreciação das respetivas assembleias municipais, no qual seja efetuado um balanço da execução dos instrumentos de gestão territorial de âmbito local em vigor, bem como dos níveis de coordenação interna e externa verificados, fundamentando uma eventual necessidade de revisão dos mesmos (Fig. 2.20) (<http://balcaovirtual.cm-porto.pt/>).

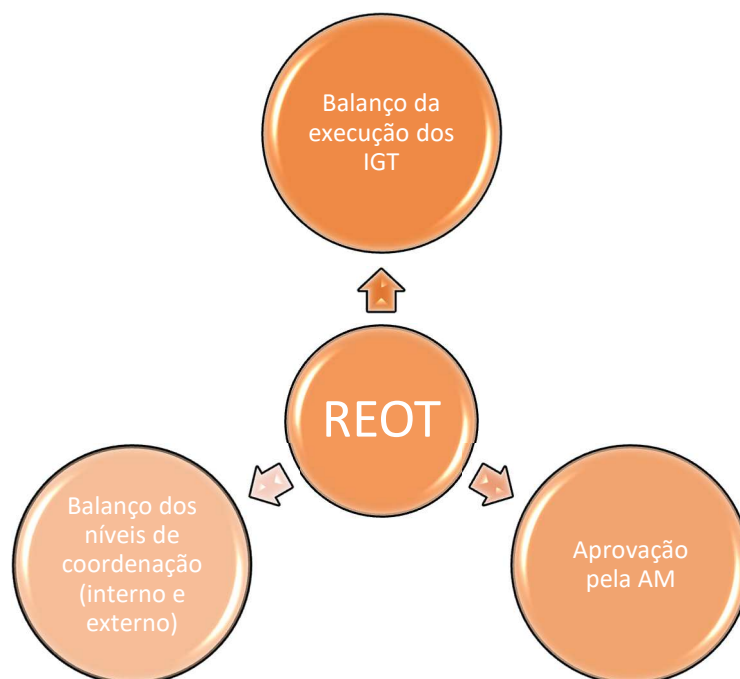


Fig. 2.20 – REOT a elaborar pelas CM.

No caso do Porto, esse relatório incide sobre os instrumentos de gestão territorial, em particular o PDMP, bem como sobre as dinâmicas de transformação da cidade e sobre a coerência entre os diferentes instrumentos e estratégias municipais e supramunicipais com incidência territorial no concelho. Na Tabela 2.5, apresentam-se os grandes números dos licenciamentos de projetos de obra no Porto, entre 2002 e 2012 (<http://balcaovirtual.cm-porto.pt/>).

Tabela 2.5 – Licenciamentos de projetos de obras no Porto (2002-2012) (<http://balcaovirtual.cm-porto.pt/>).

	Alteração	Ampliação	Construção	Reconstrução	Total
N.º de licenças	1710	328	1091	165	3294
Área de construção (m ²)	1 353 069	141 459	2 803 279	154 555	4 452 362
N.º de fogos	3 392	434	12 352	415	16 493

As licenças estão divididas de acordo com a sua tipologia: alteração, ampliação, construção e reconstrução. Entre 2002 e 2012 foram licenciados 3294 projetos de obras, a que correspondem mais de 4,5 milhões de m² de área de construção (o que equivale a cerca de 11% da área do município¹), distribuída de acordo com a Fig. 2.21. Salienta-se que 63% dessa área corresponde a obras de construção.

¹ Área total do município: 41,42 km² (capítulo 1)

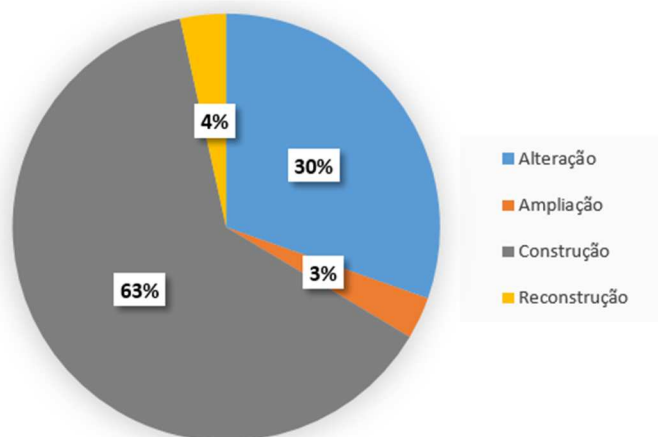


Fig. 2.21 – Área de construção dos projetos de obras licenciados entre 2002 e 2012, no Porto (<http://balcaovirtual.cm-porto.pt/>).

O REOT atualmente em vigor no Porto foi aprovado em 30 de julho de 2015, apresentando-se as suas principais conclusões:

- O sistema de planeamento territorial português evidenciou uma grande dificuldade em acompanhar a rápida transformação dos territórios;
- O sistema permanece, em grande medida, preso a um modelo baseado em mecanismos de natureza normativa e regulamentar, em detrimento de uma abordagem mais potenciadora de processos de aprendizagem coletiva, de inovação nas instituições e de abertura à sociedade civil;
- Foram introduzidas sucessivas alterações legislativas destinadas a dotar as políticas territoriais em geral, e o sistema de planeamento em particular, de mecanismos mais ajustados ao atual contexto socioeconómico;
- Procurou-se um maior rigor quanto ao cumprimento dos prazos de elaboração dos planos e maior responsabilização quanto às propostas contidas nos planos;
- Foi introduzido um modelo de plano de pormenor mais próximo do projeto urbano, de modo a flexibilizar este instrumento;
- O PDMP adquire uma nova proeminência, dado que para esta figura reverterão os conteúdos provenientes de outros instrumentos;
- Os planos de escala superior darão lugar a programas desejavelmente mais ágeis, procurando-se deste modo evitar sobreposições e conflitos entre instrumentos;
- No que respeita à edificação, a nova legislação coloca maiores responsabilidades sobre o projetista, libertando deste modo a administração pública de algumas funções de fiscalização;
- Ao nível da intervenção urbanística, os instrumentos de monitorização da atividade da Câmara neste domínio carecem, frequentemente, de uma maior clarificação dos conceitos utilizados, de modo a evitarem interpretações diferentes por parte dos técnicos envolvidos;
- A crescente presença de dimensões de ordenamento do território que deverão ser tidas em consideração numa futura revisão do PDMP.

2.5.4 MANUAL DE RECOMENDAÇÕES E BOAS PRÁTICAS

O Manual de Recomendações e Boas Práticas, de orientação à elaboração de projetos, foi um documento elaborado pelo Departamento Municipal de Gestão Urbanística (Direção Municipal do Urbanismo), da Direção Municipal do Urbanismo (DMU), com vista a estabelecer regras práticas, uniformes e de simples leitura, e aplicáveis aos processos de licenciamento.

Neste manual (Direção Municipal do Urbanismo, 2017), são apresentadas algumas recomendações relativas ao índice de impermeabilização, ainda que não de forma exaustiva.

Assim, refere este documento que, embora existam no mercado diversas soluções técnicas construtivas no âmbito dos materiais reciclados e ecologicamente sustentáveis, oferecendo grande resistência, durabilidade e com elevada percentagem de permeabilidade, o seu método de aplicação em conjugação com outros materiais não permeáveis, torna o leque de soluções verdadeiramente permeáveis muito reduzido.

Assim, continua a ser imprescindível a apresentação de ficha técnica que certifique o grau de permeabilidade do material, acompanhado de pormenor construtivo do assentamento no solo, com vista à validação da solução apresentada.

Serão de aceitar, nas situações acima mencionadas e desde que acompanhados da respetiva ficha técnica que certifique o grau de permeabilidade do material, os seguintes materiais (Fig. 2.22):

- a) Aglomerados de inertes com resinas epoxi, do tipo *Terraway*;
- b) Aglomerados de inertes com resinas epoxi, do tipo *Aquastone*;
- c) Grelhas de enrelvamento;
- d) Gradil;
- e) Outros, desde que acompanhados de pormenor construtivo do assentamento no solo (para além da ficha técnica), que comprovem que a sua aplicação não favorece um efeito impermeável do solo.

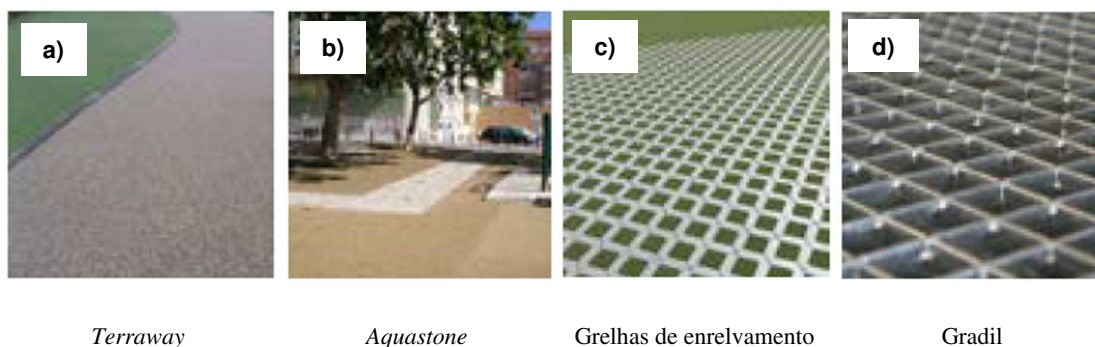


Fig. 2.22 – Materiais de revestimento (indicados pela CMP) (Direção Municipal do Urbanismo, 2017).

Para os percursos pedonais e zonas de lazer podem ainda ser considerados os seguintes materiais (Fig. 2.23) (Direção Municipal do Urbanismo, 2017):

- a) *Deck* em madeira;
- b) Godo;
- c) Brita;
- d) Gravelha.

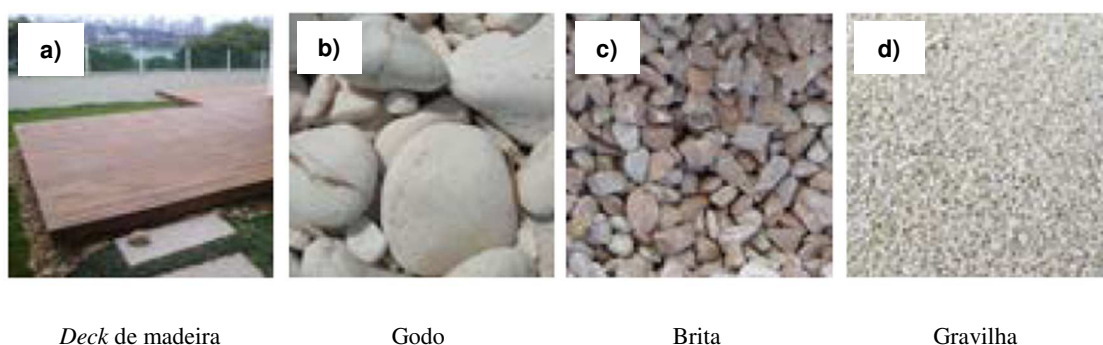


Fig. 2.23 – Material para percursos pedonais e de lazer (indicados pela CMP) (Direção Municipal do Urbanismo, 2017).

Para efeitos de determinação do índice de impermeabilização do solo, devem ser considerados os seguintes coeficientes de impermeabilização do revestimento (Tabela 2.6), admitindo-se ainda a utilização de outros materiais, desde que acompanhados por fichas técnicas acreditadas pela entidade competente, onde conste o respetivo fator de impermeabilização do material (Direção Municipal do Urbanismo, 2017).

Tabela 2.6 - Coeficientes de impermeabilização do revestimento (Direção Municipal do Urbanismo, 2017).

Material de revestimento	Coeficiente de impermeabilização
Terreno vegetal / relva	0,00
Gravilha sobre terreno vegetal	0,00
Grelhas de enrelvamento em poliuretano ou aço	0,00
Grelhas de enrelvamento de betão	0,60
Cubo de granito assente em almofada de areia	0,80
Betão poroso	0,80
Aglomerados de inertes com resinas epoxi	0,00
Pavimento em estrutura de madeira tipo <i>deck</i> sobre terreno vegetal	0,00

Conforme se constata, é dada ênfase à apresentação das fichas técnicas do(s) materiais, mas simplifica-se, ou mesmo omite-se, a avaliação da permeabilidade da estrutura completa do pavimento, com todas as suas camadas. Por outro lado, verifica-se que os critérios referidos no Manual de Boas Práticas, quando comparados com os especificados no CRMP, apresentam diferenças e mantêm o tratamento superficial e vago do assunto.

A título de exemplo, e de modo a melhor perceber-se a diferença de critérios que existem, foram analisados os casos dos municípios da Murtosa e de Valongo e comparados com os do Porto, já apresentados atrás (Direção Municipal do Urbanismo, 2017), (Município da Murtosa, -) e (Aviso n.º 2512/2017 de 10 de março). Na Tabela 2.7, reuniram-se os índices de impermeabilização indicados por estes três concelhos.

Tabela 2.7 – Comparação de índices de impermeabilização (Porto, Murtosa e Valongo) (Direção Municipal do Urbanismo, 2017), (Município da Murtosa, -) e (Aviso n.º 2512/2017 de 10 de março).

Material de revestimento	Detalhe da descrição do material de revestimento			Município		
	Referência à sub-base	Referência à base	Referência às juntas	Murtosa	Valongo	Porto
Construções ou pavimento impermeável	NA ²	NA	NA	---	1,00	---
Cubo de granito em almofada de areia	Não	Não	Não	0,75	---	0,80
Cubo de granito sobre camada permeável	IG ³	IG	Não	---	0,60	---
Pedra de chão ou equivalente em almofada de areia	Não	Não	Não	0,75	---	---
Pedra de chão ou equivalente sobre solo permeável	IG	IG	Não	---	0,60	---
Saibro ou equivalente	Não	Não	Não	0,65	---	---
Saibro compactado sobre solo natural	Sim	Sim	Não	---	0,30	---
Lajetas sob solo permeável, espaçamento das juntas não inferiores a 0,06m, nem a 10% da maior dimensão	Não	Não	Sim	0,50	---	---
Grelhas de arrelvamento sobre solo permeável	IG	IG	Não	0,10	---	---
Zonas ajardinadas, cultivadas, plantadas, em relva, terreno vegetal ou em estado natural	NA	NA	NA	0,00	0,00	0,00
Gravilha ou outro tipo de inertes soltos, assente sobre solo natural / vegetal	IG	IG	NA	---	0,00	0,00
Grelhas de enrelvamento sobre solo natural	Sim	Sim	Não	---	0,30	---
Grelhas de enrelvamento em poliuretano ou aço	Não	Não	Não	---	---	0,00
Grelhas de enrelvamento de betão	Não	Não	Não	---	---	0,60
Deck de madeira sobre solo natural / vegetal	Sim	Sim	Não	---	0,30	0,00
Betão poroso	Não	Não	Não	---	---	0,80
Aglomerados de inertes com resina epóxi	Não	Não	Não	---	---	0,00

² Não Aplicável³ Indicação Genérica

Dadas as diferenças verificadas na definição destes índices, a Tabela 2.7 apresenta várias situações, parecidas, mas que não são comparáveis diretamente. No entanto, e a título de exemplo, observando os valores do “cubo de granito em almofada de areia”, do “deck de madeira sobre solo natural / vegetal” e do “saibro”, percebe-se que não existe coerência.

2.5.5 CONDIÇÕES TÉCNICAS GERAIS

As Condições Técnicas Gerais (CGT), (Câmara Municipal do Porto, 2013a), constituem outro documento existente na CMP, tendo sido elaboradas pela então Divisão Municipal de Mobilidade (DMM). Versam o controlo de qualidade, as características dos materiais e os métodos construtivos, nomeadamente ao nível dos pavimentos, e que também deverão ser tidos em conta na elaboração dos projetos particulares, apresentados nos licenciamentos.

De igual forma, o município dispõe de pormenores-tipo de estruturas de pavimento usualmente utilizadas no Porto, e que deverão ser observadas na elaboração de projetos que envolvam arruamentos, travessias ou outros trabalhos a integrar na via pública (exemplo: loteamentos) (Câmara Municipal do Porto, 2013b). Na Fig. 2.24, ilustra-se o exemplo da estrutura de pavimento com revestimento em betão.

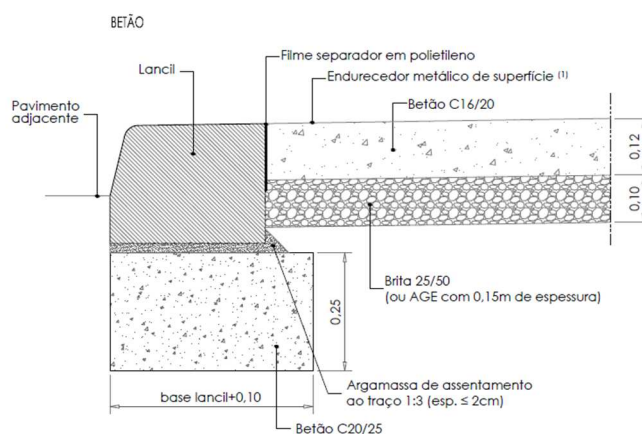


Fig. 2.24 – Exemplo de estrutura de pavimento-tipo da CMP (revestimento em betão) (Câmara Municipal do Porto, 2013b).

Seguindo o mesmo princípio das estruturas de pavimento propostas pelos projetistas externos (no âmbito de licenciamentos), deverá ser avaliado o coeficiente de impermeabilização de cada uma destas estrutura-tipo indicadas pela CMP, permitindo, quando aplicadas, e em determinada situação concreta, a ponderação nos índices de impermeabilização, de forma coerente e transversal.

3

PERMEABILIDADE DOS SOLOS E DOS MATERIAIS

3.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, resumem-se os conceitos essenciais de permeabilidade dos solos e dos materiais, que servirão de suporte à análise dos casos práticos que se apresentam no capítulo seguinte.

É também feita uma breve referência ao ciclo hidrológico, de modo a avaliar melhor o impacto da impermeabilização dos solos no seu contexto. Dada a sua importância no âmbito desta dissertação, é desenvolvido um subcapítulo para a recarga de águas subterrâneas.

Num subcapítulo mais dedicado ao caso do Porto, são apresentadas as linhas de água e as suas zonas de inundação, dando uma perceção mais realista de um dos principais impactos da impermeabilização, ao nível do funcionamento de um meio urbano (cheias urbanas).

Finalmente, são apresentados, de forma sucinta, os conceitos associados à permeabilidade dos solos e dos materiais, culminando no cálculo do coeficiente de permeabilidade de uma estrutura estratificada, que pode ser assemelhada à estrutura de um pavimento, incluindo todas as suas camadas.

3.2 CICLO HIDROLÓGICO

Conforme referido em (Hipólito & Vaz, 2011), o ciclo hidrológico caracteriza-se, de uma forma muito simples, por um conjunto de processos que ocorrem na parte aérea, na superfície terrestre e ao nível subterrâneo (Fig. 3.1), podendo identificar-se as principais componentes do ciclo hidrológico: precipitação, evaporação, evapotranspiração, infiltração e escoamento.

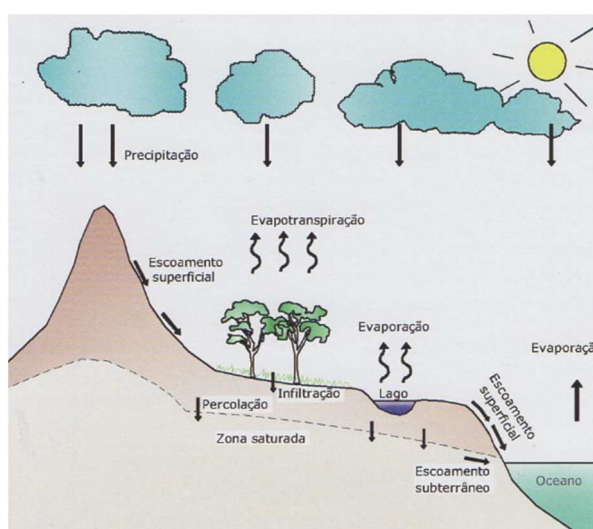


Fig. 3.1 – Representação do ciclo hidrológico (Hipólito & Vaz, 2011).

3.3 INFILTRAÇÃO E ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Conforme pode observar-se no esquema da Fig. 3.2, parte da água infiltra-se através do solo, dos cursos de água, dos lagos e dos mares. Atendendo ao âmbito desta dissertação, é dada maior relevância à infiltração através do solo, sendo que, quando este fica saturado e a precipitação excede a sua capacidade de infiltração, origina-se o escoamento à superfície (M. Oliveira, 2004).

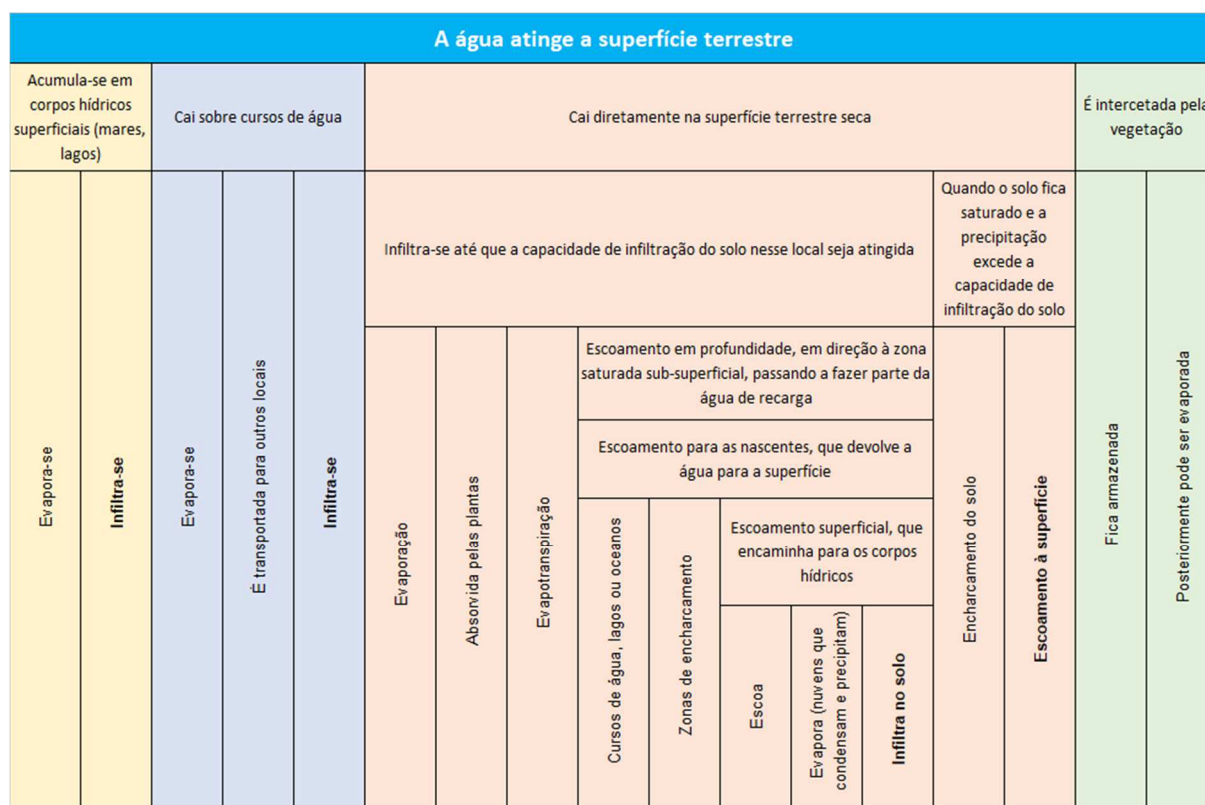


Fig. 3.2 – Destino da água que atinge a superfície terrestre (M. Oliveira, 2004).

A penetração no solo, da água que este recebe na sua superfície (chuva, rega, etc.), denomina-se infiltração e é marcado pela ação da gravidade e pelo potencial capilar:

1. Efeito da força da gravidade, tanto mais pronunciado quanto maior for o diâmetro dos poros;
2. Efeito de capilaridade, que se faz sentir tanto mais, quanto menores forem os poros, sendo que a capilaridade é dirigida vertical e lateralmente.

Neste movimento, verifica-se geralmente uma fase inicial relativamente rápida, diminuindo depois e gradualmente a taxa de infiltração, ou seja, o volume que se infiltra num dado período de tempo; isto significa que, durante uma chuvada, o solo pode absorver a água caída, até um certo limite de intensidade da chuva. A partir desse valor, a água não se infiltra e começa o escoamento superficial (Fig. 3.3).

A taxa de infiltração depende essencialmente das características do espaço intersticial e do teor de água no solo. O máximo valor da intensidade da chuva que o solo pode absorver, sem se iniciar o escoamento superficial, é a capacidade de infiltração do solo (J. Costa, 1995).

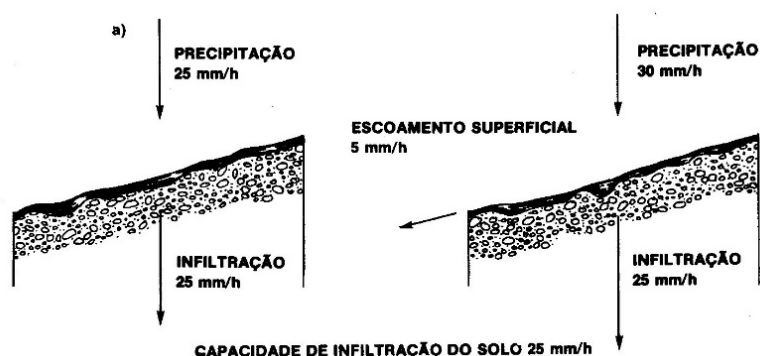


Fig. 3.3 – Precipitação / infiltração / escoamento superficial (Lencastre & Franco, 1992).

A infiltração envolve três processos interdependentes:

1. Entrada através da superfície do solo;
2. Armazenamento no solo;
3. Movimento através do solo (percolação e drenagem).

A medição da infiltração pode ser efetuada utilizando a metodologia apresentada por Lencastre and Franco (1992):

- Através de infiltrómetros que constam, fundamentalmente, dum tubo com 10 a 30 cm de diâmetro, que é enterrado entre 5 a 50 cm no solo. A água é colocada dentro do tubo com uma altura de 1 a 2 cm, e mantida a nível constante. A água que vai sendo necessária para manter o nível constante é controlada por um reservatório de alimentação graduado;
- Os valores assim determinados servem só para comparar diferentes solos, uma vez que a capacidade de infiltração obtida pode ser 2 a 10 vezes superior à que resultaria da chuva;
- Para contornar esta dificuldade, pode provocar-se chuva artificial por meio e aspersores, sobre uma certa área, e medir-se o escoamento superficial resultante;
- Quanto maior for a área de estudo, mais representativa será a medição;
- A Fig. 3.4 mostra a relação da infiltração e do escoamento superficial em função do tempo, para uma chuva constante.

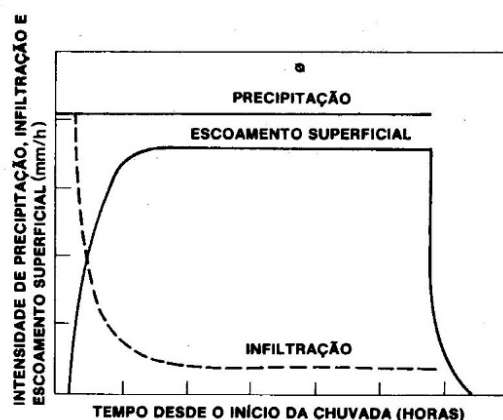


Fig. 3.4 – Variação da infiltração e do escoamento superficial em função do tempo (Lencastre & Franco, 1992).

Em pequenas bacias naturais, onde se colocam udógrafos, registam-se as chuvas e medem-se os caudais gerados por essas mesmas chuvas (Fig. 3.5). Da análise desta informação, contata-se que:

1. À primeira chuvada (34 mm/h), corresponde um pequeno escoamento superficial (2,0 mm/h) e, consequentemente, uma grande infiltração (32 mm/h);
2. Às chuvadas seguintes, ainda que menos intensas (28 mm/h e 25 mm/h, respetivamente), corresponde maior intensidade de escoamento superficial (19 mm/h e 20 mm/h, respetivamente) e, consequentemente, muito menor infiltração (9 mm/h e 5 mm/h, respetivamente).

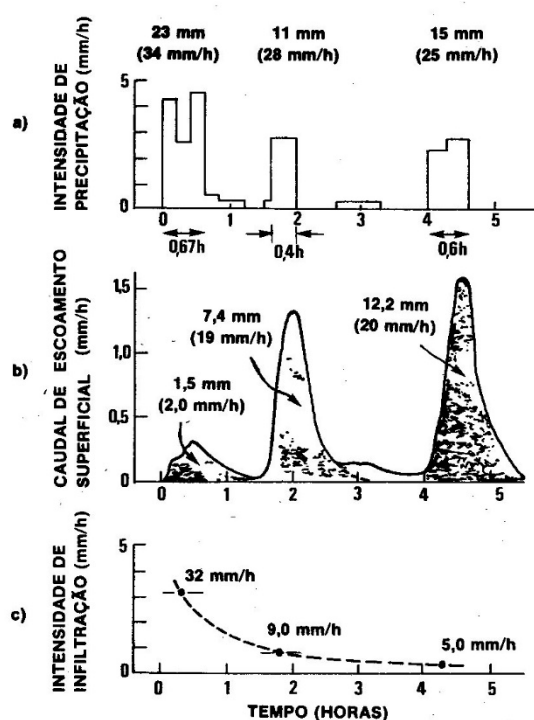


Fig. 3.5 – Relação entre precipitação, caudal superficial e infiltração (Lencastre & Franco, 1992).

A impermeabilização do solo, decorrente da ocupação urbana, altera o ciclo hidrológico e provoca o aumento de cheias urbanas e a degradação da qualidade das águas pluviais (Gonçalves & Oliveira, 2014).

Nas últimas décadas, o processo de urbanização nas grandes cidades, conjugado com alguma falta de planeamento e com a ocupação desordenada do solo, resultou em altas taxas de impermeabilização, comprometendo os sistemas de drenagem durante os picos de cheia (Fig. 3.6).



Fig. 3.6 – Efeitos da ocupação urbana (Ono, Balbo, & Cargnin, 2017).

Globalmente, os principais impactes da impermeabilização dos solos refletem-se nos seguintes pontos (Comissão Europeia, 2012):

1. Água;
 - a. Índice de infiltração;
 - b. Escoamento superficial;
 - c. Evapotranspiração;
2. Biodiversidade;
3. Segurança alimentar;
4. Clima global;
5. Clima e na qualidade do ar urbano;
6. Capacidade de filtragem e de efeito tampão;
7. Valores sociais e no bem-estar humano.

No caso do Porto, existem diversos registos de inundações urbanas, como é o caso da zona do campo 24 de Agosto, frequentemente afetada por estes episódios. Recentemente, a rua Santos Pousada foi intervencionada, tendo sido substituído o coletor de águas pluviais, com o intuito de atenuar a acumulação de água que usualmente se verificava no campo 24 de Agosto.

Registaram-se, no município do Porto, um total de 1 876 inundações, entre 2006 e 2014, de acordo com a distribuição da Tabela 3.1 (Câmara Municipal do Porto, 2015b). Visualizando a evolução destes valores em gráfico (Fig. 3.7), conclui-se que, após uma tendência de diminuição (verificada entre 2009 e 2012), os valores de que há registo tiveram um aumento significativo, o que, em certa medida, pode estar relacionado com a precipitação total desses anos (Fig. 3.8). Salienta-se, no entanto, que o ano de 2013 não apresenta esta relação (inundações / precipitações), podendo verificar-se a influência de outros fatores.

Tabela 3.1 – Inundações no Porto, entre 2006 e 2014 (Câmara Municipal do Porto, 2015b).

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
85	67	206	319	211	164	100	321	403	1876

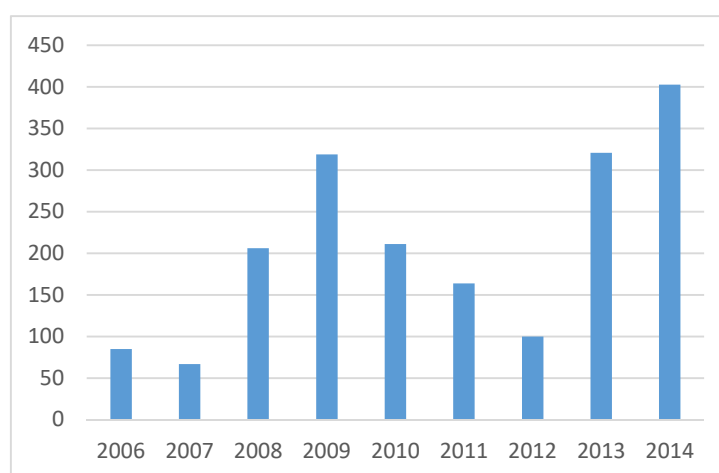


Fig. 3.7 – Evolução do número de inundações no Porto, entre 2006 e 2014 (Câmara Municipal do Porto, 2015b).

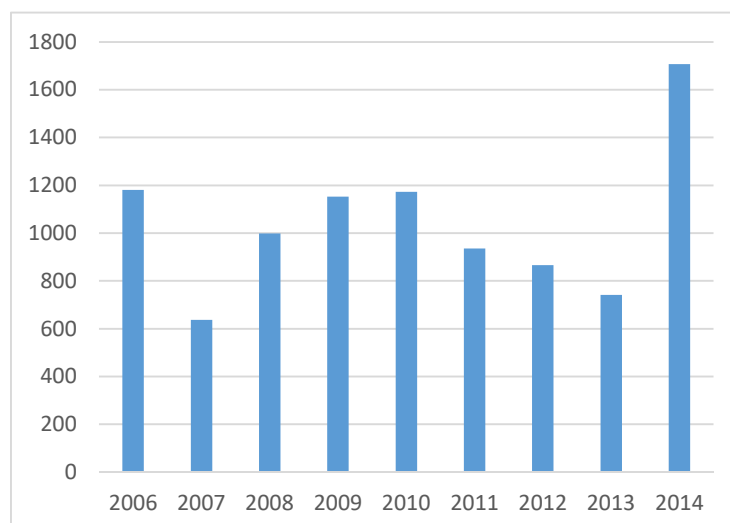


Fig. 3.8 – Precipitação total no Porto (mm) (<https://www.pordata.pt/>).

Conforme referido anteriormente, e confirmado pelos valores do gráfico da Fig. 3.9 (dados entre 1974 e 2014), a ocorrência de inundações urbanas, que no caso do Porto é mais expressiva na União de Freguesias Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória, está normalmente relacionada com:

- Índice de urbanização (edifícios e malha viária);
- Existência de redes hidrográficas relevantes, que operam em aquedutos subterrâneos, cuja drenagem nem sempre consegue ser tão eficiente quanto desejável, em episódios de precipitações intensas e/ou prolongadas.

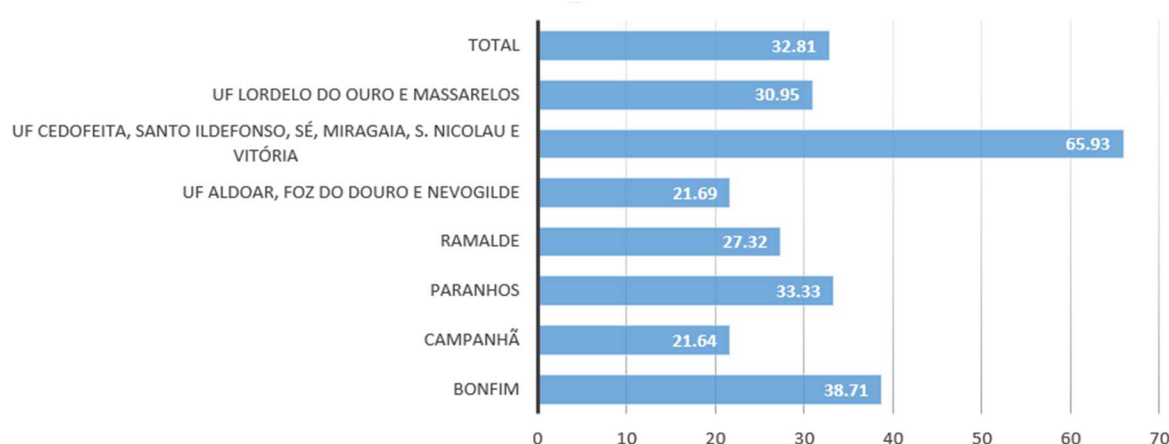


Fig. 3.9 – Densidade de inundações significativas, por freguesia, no município do Porto, entre 1974 e 2014 (Câmara Municipal do Porto, 2015b).

Neste período temporal (1974 a 2014), 1407 ocorrências tinham referência espacial, tendo sido georreferenciadas (Fig. 3.10). Indo ao encontro dos dados constantes da Fig. 3.9, a maior densidade destas ocorrências verifica-se no centro da cidade, área fortemente impermeabilizada, com poucos espaços verdes, em locais de concentração de escoamento e, por vezes, com falta de limpeza dos sistemas de águas pluviais (Santos & Bateira, 2018).

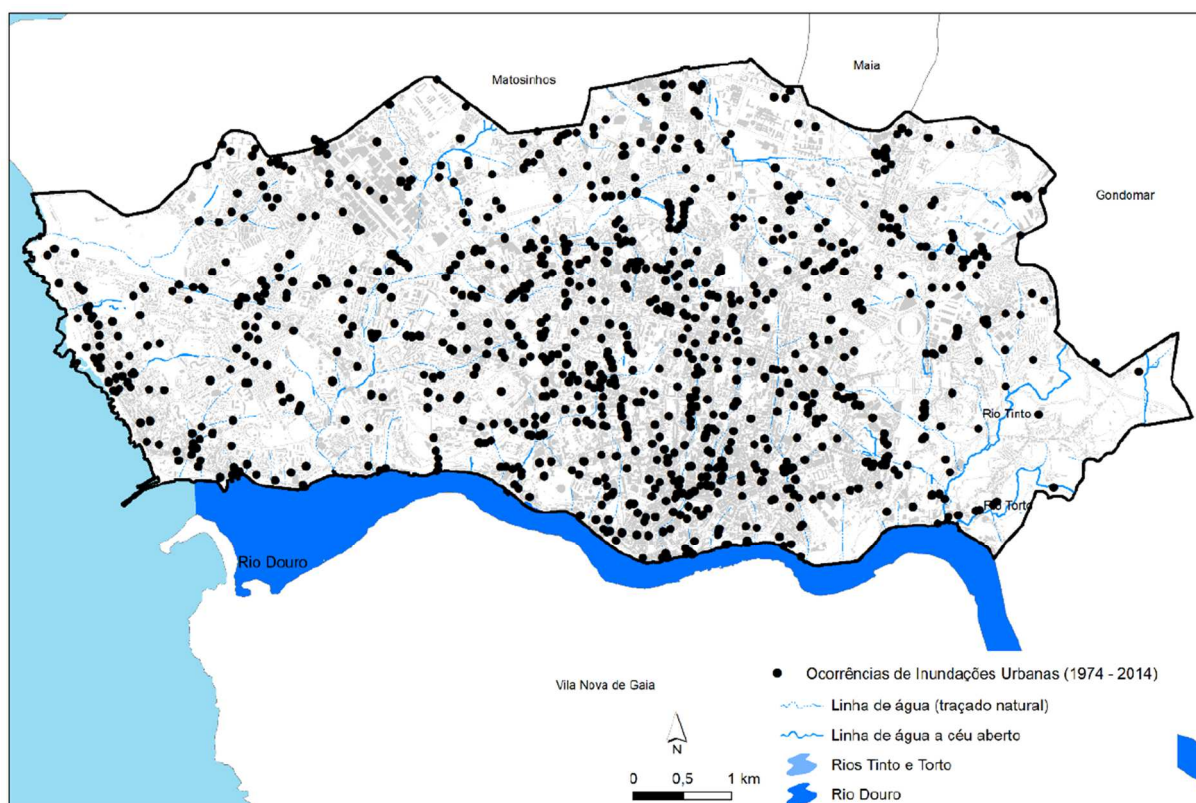


Fig. 3.10 – Ocorrência de inundações urbanas (1974-2014), que tinham referência espacial (Santos & Bateira, 2018).

Na Fig. 3.11, pode observar-se a densidade populacional das freguesias do Porto. Nesta informação, e uma vez que os dados são de 2011, anteriores à reforma administrativa do território, não existiam ainda as uniões de freguesia.

A menor densidade de inundações por km² surge na freguesia de Campanhã, o que poderá ser explicado pela existência de significativas áreas desprovidas de grandes estruturas urbanas, que facilitam os processos naturais de infiltração e escoamento da água precipitada, não favorecendo a ocorrência de inundações urbanas com consequências assinaláveis (Câmara Municipal do Porto, 2015b).

Na Fig. 3.12, apresentam-se as áreas de suscetibilidade a inundações urbanas no concelho do Porto (Câmara Municipal do Porto, 2015b).

Na Fig. 3.13, resumem-se os fatores que, no caso do Porto, mais se relacionam com a ocorrência de inundações urbanas (Câmara Municipal do Porto, 2015b).

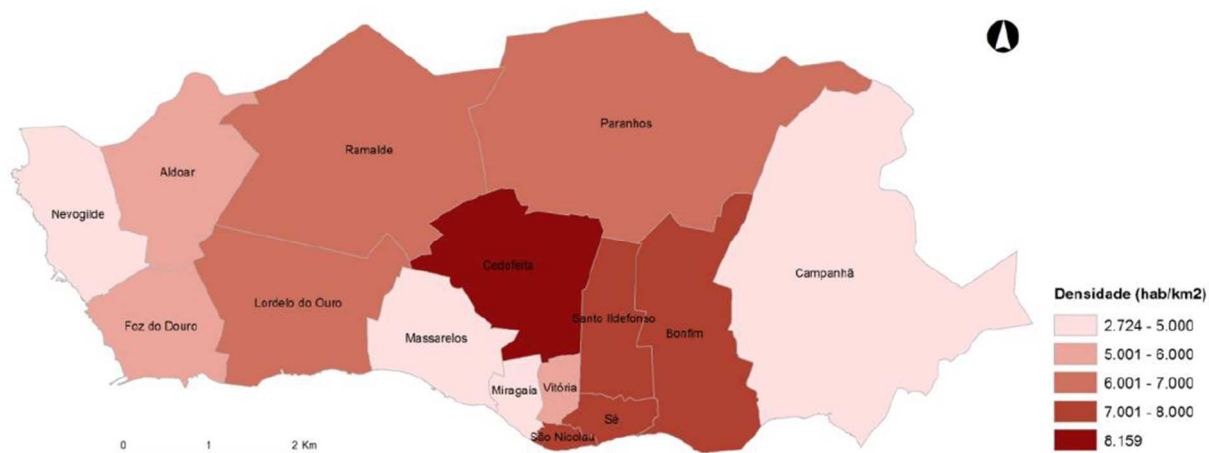


Fig. 3.11 – Densidade populacional nas freguesias do Porto (Censos 2011) (Direção Municipal de Urbanismo, 2015).

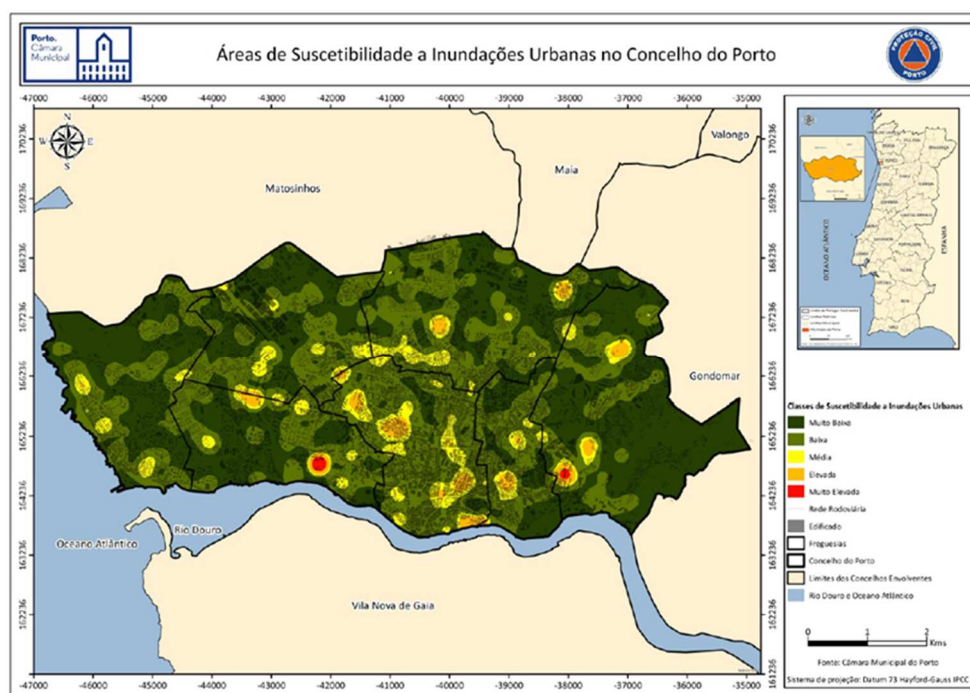


Fig. 3.12 - Áreas de suscetibilidade a inundações urbanas no concelho do Porto (Câmara Municipal do Porto, 2015b).



Fig. 3.13 – Suscetibilidade a ocorrência de inundações urbana (o caso do Porto) (Câmara Municipal do Porto, 2015b).

A tendência atual, baseada numa abordagem sustentável, procura manter as condições próximas à de pré-ocupação, a partir de elementos que permitam a infiltração de água e retardem o seu escoamento (Fig. 3.14).

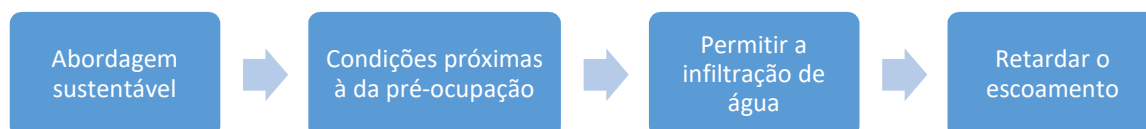


Fig. 3.14 – Estratégias de uma abordagem sustentável (Gonçalves & Oliveira, 2014).

No caso do Porto, esta abordagem assume ainda mais importância, uma vez que o potencial de permeabilidade do território é relativamente reduzido, verificando-se que cerca de 80% do território apresenta permeabilidade média a baixa, e cerca de 20% permeabilidade média e, por vezes, alta (Fig. 3.15).

Neste contexto, os pavimentos permeáveis têm-se tornado fundamentais, por reduzirem volumes de escoamento superficial e o impacto sobre a qualidade da água (Gonçalves & Oliveira, 2014). Este e outro tipo de soluções serão apresentados e desenvolvidos no capítulo 5.

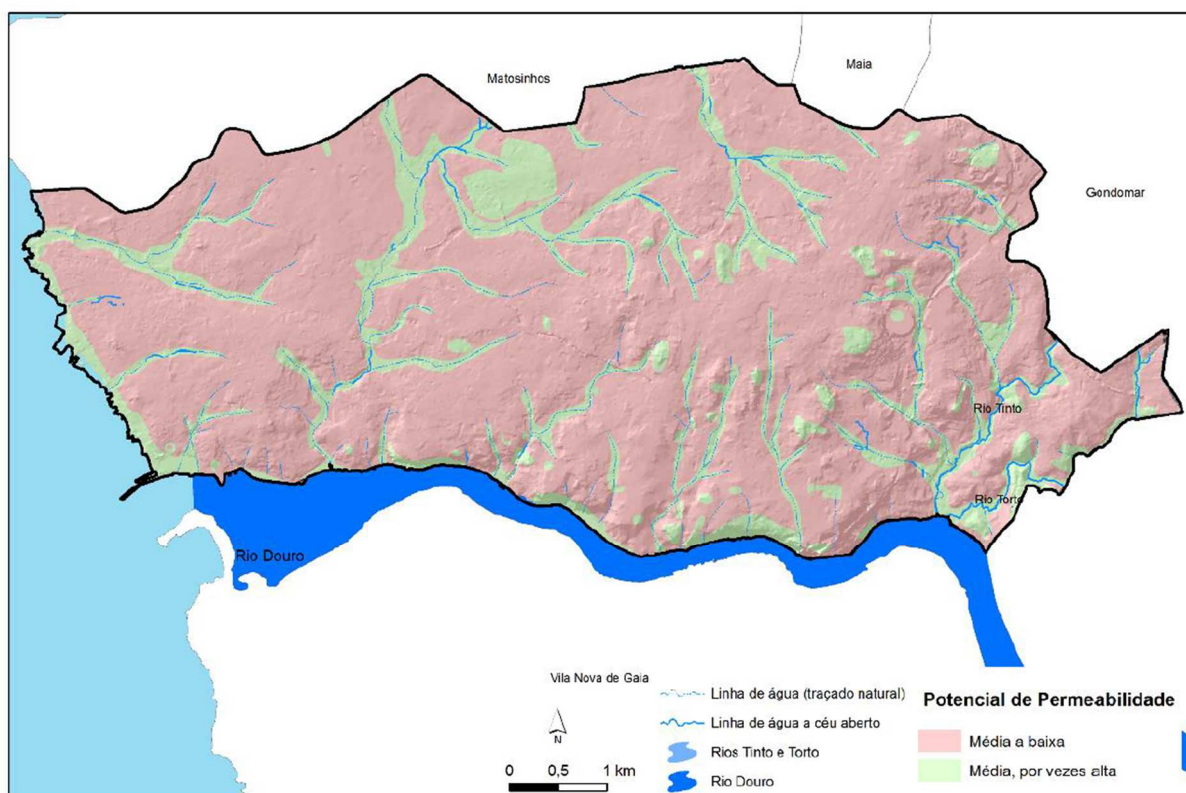


Fig. 3.15 – Potencial de permeabilidade da cidade do Porto (Santos & Bateira, 2018).

3.3.1 RECARGA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Um dos elementos importantes a ter em consideração na recarga de águas subterrâneas é a percolação, que diz respeito à movimentação da água no interior de um maciço terroso e, curiosamente, constitui a área em que a “Mecânica do Solos” e a “Hidráulica” mais se inter-relacionam (Fernandes, 1994).

A recarga de águas subterrâneas representa a quantidade de águas que é acrescentada à zona saturada de águas subterrâneas e, conforme esquematizado na Fig. 3.16, pode ocorrer de diferentes formas (M. Oliveira, 2004).

A recarga é um processo que ocorre dentro da terra, que não é visível, que surge de forma pontual ou difusa e que não é possível medir diretamente (M. Oliveira, 2004).

A capacidade de um solo armazenar água depende de uma série de fatores, tais como a textura, a estrutura, profundidade e o teor de matéria orgânica.

A título indicativo, apresenta-se, na Tabela 3.2, a quantidade de água que um solo pode armazenar, se estiver a funcionar perfeitamente (Comissão Europeia, 2012).



Fig. 3.16 – Tipos de recarga (M. Oliveira, 2004).

Tabela 3.2 – Quantidade de água armazenada por solo “funcional” (Comissão Europeia, 2012).

Quantidade de solo poroso	Quantidade de água armazenada
1 ha	3 750 ton
	400 mm de precipitação
1 m ³	100 a 300 l

A exploração das águas subterrâneas está condicionada à manutenção do balanço hídrico das entradas e saídas de água nos sistemas aquíferos, e é a este nível que a recarga assume um papel de destaque.

Se não houvesse recarga, depois de explorado, o aquífero ficaria vazio e, no caso das zonas costeiras ocorreria intrusão salina.

3.3.2 RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS DO PORTO

O Rio Douro é o principal curso de água da cidade do Porto e o de maior bacia hidrográfica da Península Ibérica (97.682 km² de área, dos quais 22.000 km² desenvolvem-se em Portugal).

Em condições de prolongada e forte pluviosidade, os caudais gerados na sua bacia provocam, ciclicamente, situações de cheias com repercussões importantes no concelho do Porto (Câmara Municipal do Porto / Certitecna - Engenheiros Consultores S.A., 2011).

As cheias do Douro são provocadas, principalmente, devido à forma da bacia em Portugal e às suas características (Fig. 3.17). O Rio Douro em Portugal tem margens muito íngremes, uma bacia pouco alongada (em relação à dos seus afluentes), com um escasso recobrimento vegetal, e um elevado quociente entre o seu caudal de cheia e o seu caudal médio anual (Câmara Municipal do Porto / Certitecna - Engenheiros Consultores S.A., 2011).

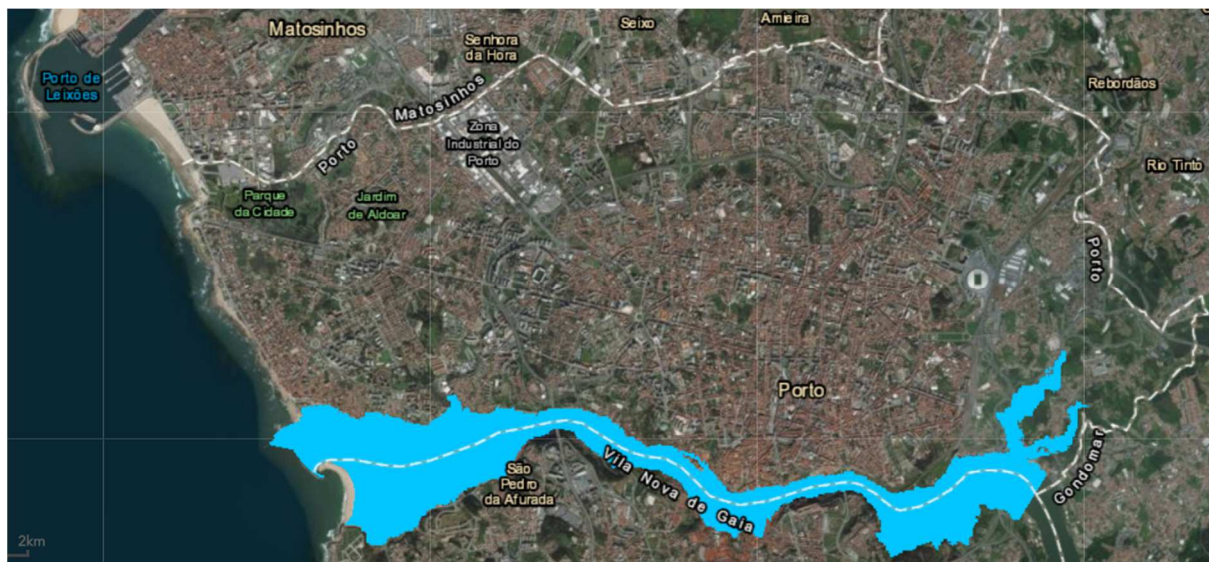


Fig. 3.17 – Zonas em risco de cheia (<https://www.apambiente.pt/>).

Na Fig. 3.18, apresentam-se as bacias hidrográficas no município do Porto (delimitadas a vermelho) e o traçado natural dos cursos de água (assinalado a azul). No Anexo E, inclui-se informação adicional destas linhas de água (Câmara Municipal do Porto / Certitecna - Engenheiros Consultores S.A., 2011).

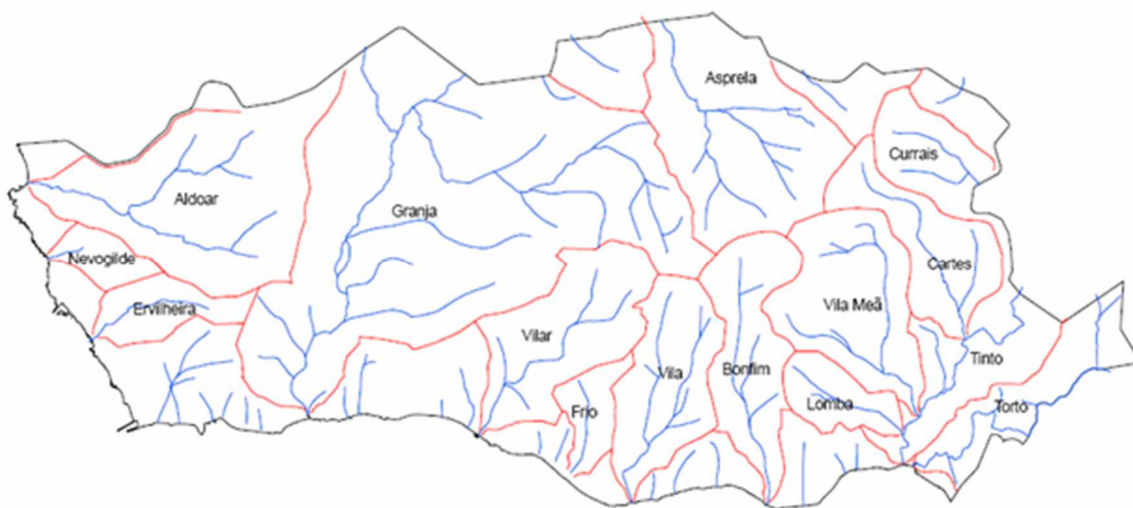


Fig. 3.18 - Bacias hidrográficas no município do Porto, com traçado natural dos cursos de água (Câmara Municipal do Porto / Certitecna - Engenheiros Consultores S.A., 2011).

Em relação a estes rios e ribeiros, de menor dimensão, estão identificados na Fig. 3.19, e descrimados no Anexo F, locais possíveis de ocorrência de cheias (Câmara Municipal do Porto / Certitecna - Engenheiros Consultores S.A., 2011).

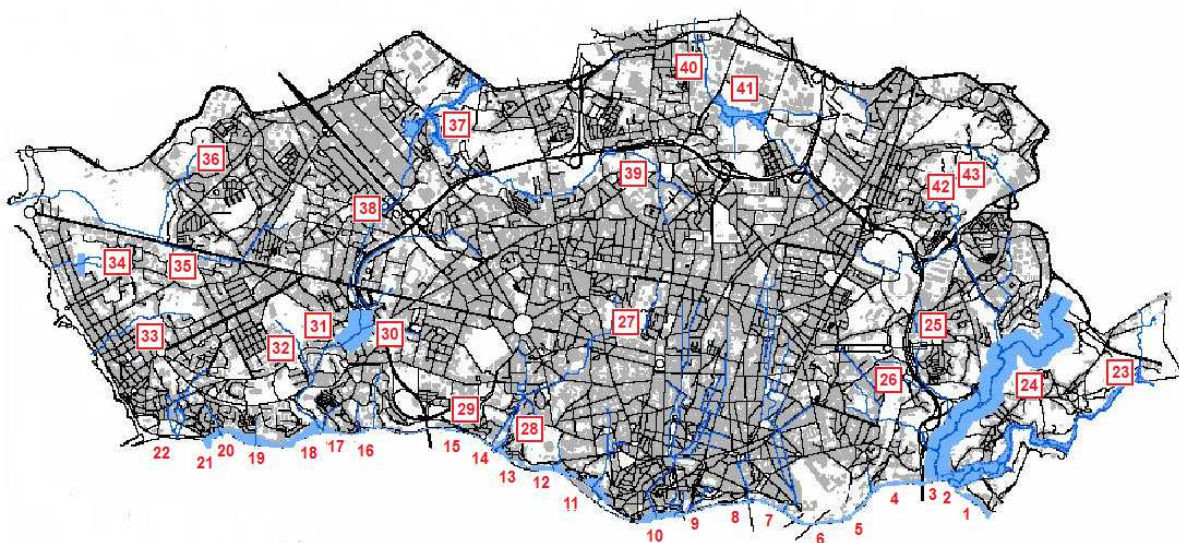


Fig. 3.19 - Identificação dos locais com risco de inundação no município do Porto (Câmara Municipal do Porto / Certitecna - Engenheiros Consultores S.A., 2011).

As inundações fluviais (que têm como causa o transbordo dos rios), têm cada vez um maior impacto. Isto deve-se sobretudo à urbanização crescente nas cidades, onde a população (em alguns casos) habita em zonas inundáveis. Este facto provoca um aumento significativo da sua frequência e intensidade, como consequência da ocupação do solo com superfícies impermeáveis, e também do entubamento de linhas de água em condutas artificiais de dimensões desadequadas (Fig. 3.20) (Câmara Municipal do Porto / Certitecna - Engenheiros Consultores S.A., 2011).



Fig. 3.20 – Causas das inundações fluviais (Câmara Municipal do Porto / Certitecna - Engenheiros Consultores S.A., 2011).

3.4 DETERMINAÇÃO DA PERMEABILIDADE

Para determinação da permeabilidade, recorre-se, habitualmente à Lei de Darcy. Apesar de não se verificar com rigor em todos os casos, e de poderem existir solos que facilitam o movimento em determinadas direções, pode recorrer-se a determinações diretas da permeabilidade, pelo que esta lei constitui, mesmo em tais casos, ajuda inestimável em relação a problemas de drenagem (J. Costa, 1995).

A diferença de cota piezométrica entre dois pontos (ou entre duas secções), de um meio poroso saturado de um líquido, dá lugar ao escoamento deste. Em face das reduzidas dimensões transversais dos canalículos, o líquido circula neles com lentidão (Quintela, 1996). Indica-se a expressão que traduz a lei de Darcy, (3.1), estabelecida em 1856 (Quintela, 1996):

$$V = K J \quad (3.1)$$

em que V é a velocidade aparente no meio poroso [m/s], K traduz o coeficiente de permeabilidade ou simplesmente permeabilidade [m/s] e J diz respeito à perda de carga unitária [-].

3.4.1 COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE

O coeficiente de permeabilidade é, porventura, o parâmetro presente nos problemas de Engenharia Civil que exhibe maior variabilidade de valores para os solos correntes (qualquer coisa como 8 a 9 ordens de grandeza) (Fernandes, 1994). A permeabilidade de um meio depende de (Quintela, 1996):

1. Natureza (areia, silte, etc.);
2. Forma das partículas;
3. Dimensão das partículas;
4. Arranjo das partículas.

Na Tabela 3.3, indica-se uma ordem de grandeza da permeabilidade de meios porosos em relação ao escoamento da água (Quintela, 1996).

Tabela 3.3 – Valores de referência da permeabilidade em meios porosos (Quintela, 1996).

Meio poroso	Permeabilidade para a água (cm / s)	
	Valor mínimo	Valor máximo
Argila		10^{-6}
Silte	10^{-5}	5×10^{-4}
Areia siltosa	10^{-4}	2×10^{-3}
Areia fina	10^{-3}	5×10^{-2}
Areia (mistura)	5×10^{-3}	10^{-2}
Areia grossa limpa	10^{-2}	1
Seixo limpo	1	

Segundo Terzaghi e Peck (1967), os solos podem ser classificados, quanto à sua permeabilidade, de acordo com a informação constante na Tabela 3.4 (Fernandes, 1994).

Tabela 3.4 – Classificação dos solos quanto à permeabilidade (Fernandes, 1994).

Grau de permeabilidade	k (m/s)
Alto	$> 10^{-3}$ (0,01)
Médio	10^{-3} (0,01) a 10^{-5} (0,0001)
Baixo	10^{-5} (0,0001) a 10^{-7} (0,000001)
Muito baixo	10^{-7} (0,000001) a 10^{-9} (0,00000001)
Praticamente impermeável	$< 10^{-9}$ (0,00000001)

3.4.2 DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE

A determinação do coeficiente de permeabilidade pode ser feita através dos seguintes métodos (Fernandes, 1994):

- Expressões semi-empíricas;
- Ensaio *in-situ*;
- Ensaio em laboratório.

Expressões semi-empíricas:

As expressões semi-empíricas são aplicadas a solos essencialmente arenosos, com base na análise granulométrica do solo (Fernandes, 1994) e (Novais-Barbosa, 1985).

Uma das expressões mais utilizada é a proposta por **HAZEN**, (3.2):

$$k = 0,0015 d_{10}^2 \quad (3.2)$$

em que d_{10} é o diâmetro eficaz, que representa a dimensão da malha do peneiro que permite a passagem de 10% do peso da amostra peneirada.

Os limites de validade da expressão (3.2) indicam-se em (3.3) e (3.4):

$$0,1 \text{ mm} < d_{10} < 3 \text{ mm} \quad (3.3)$$

$$d_{60} < 5 d_{10} \quad (3.4)$$

em que d_{60} representa a dimensão da malha do peneiro que permite a passagem de 60% do peso da amostra peneirada.

Outra expressão é a proposta por **CASAGRANDE**, (3.5):

$$k = 1,4 m^2 K_{0,85} \quad (3.5)$$

sendo K o coeficiente de porosidade, m a porosidade e $K_{0,85}$ o coeficiente de porosidade relativo à porosidade de 0,85.

Ensaio *in-situ*

Os ensaios *in-situ* aplicam-se a terrenos bastante permeáveis, designadamente cascalho, areias e siltes e são efetuados por meio de bombagem em poços (Fernandes, 1994).

No caso do escoamento não confinado (Fig. 3.21), o caudal bombado é constante e igual a qualquer distância r do furo. Neste caso, o coeficiente de permeabilidade é dado pela expressão (3.6).

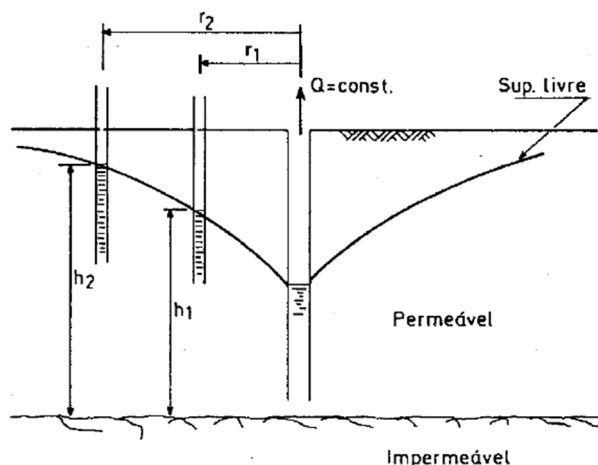


Fig. 3.21 – Escoamento não confinado (Fernandes, 1994).

$$k = \frac{\log_e \left(\frac{r_2}{r_1} \right) Q}{\pi(h_2^2 - h_1^2)} \quad (3.6)$$

No caso do escoamento confinado (Fig. 3.22), o coeficiente de permeabilidade é dado pela expressão (3.7).

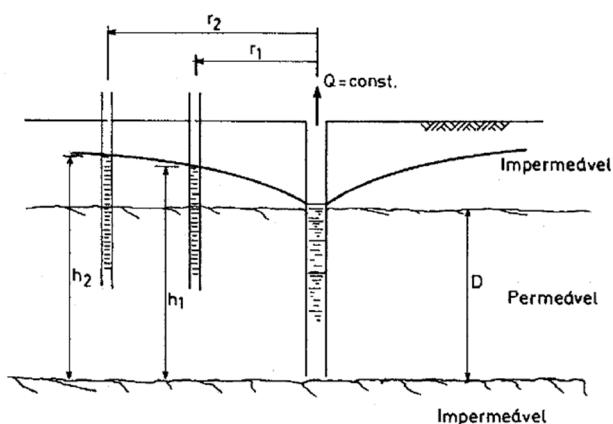


Fig. 3.22 - Escoamento confinado (Fernandes, 1994).

$$k = \frac{\log_e \left(\frac{r_2}{r_1} \right) Q}{2\pi D(h_2 - h_1)} \quad (3.7)$$

Outro método de ensaio utilizado para a avaliação do coeficiente de permeabilidade de pavimentos permeáveis já executados, é o indicado pela “ASTM C 1701 – Standard Test Method for Infiltration Rate of In Place Pervious Concrete”, ou método de ensaio *in situ* para determinação de coeficiente de permeabilidade em betão poroso. Esta norma foi elaborada para betão poroso, mas pode ser utilizada para pavimentos permeáveis com outros tipos de revestimento (Associação Brasileira de Cimento Portland, -).

O método utiliza um cilindro com diâmetro de 30 cm e altura mínima de 20 cm, posicionado na superfície do pavimento permeável. As laterais do cilindro são vedadas com massa de calafetar de modo a evitar perda de água (Associação Brasileira de Cimento Portland, -).

Este método de ensaio, bastante simples, pode ser utilizado para aprovação do pavimento após sua execução e ao longo da utilização do pavimento, garantindo assim que o pavimento atende aos requisitos de projeto. Esse ensaio também pode ser utilizado para verificar a funcionalidade do pavimento ao longo do tempo e, assim, concluir acerca da necessidade da sua manutenção ou mesmo da sua reformulação (Fig. 3.23) - (Associação Brasileira de Cimento Portland, -).



Fig. 3.23 – Objetivos do ensaio *in situ* para determinação de coeficiente de permeabilidade em betão poroso (Associação Brasileira de Cimento Portland, -).

Ensaaios em laboratório

Os ensaios em laboratório são aplicados a solos com permeabilidade relativamente elevada, e baseiam-se na construção de um permeâmetro, de carga constante ou de carga variável, em ambiente laboratorial, de acordo com as características de permeabilidade dos solos, ou em ensaios edométricos (Fernandes, 1994).

$$k = \frac{s}{S} \times \frac{L}{t_2 - t_1} \log_e \left(\frac{h_1}{h_2} \right) \quad (3.9)$$

em que k é o coeficiente de permeabilidade do solo, s é a secção do tubo, S é a secção da amostra, L equivale à altura da amostra, t_1 e t_2 são os instantes correspondentes às medições h_1 e h_2 , respetivamente, no início e no fim do ensaio e h_1 e h_2 correspondem às cargas hidráulicas, do topo da amostra em relação à base da mesma, respetivamente, no início e no fim do ensaio.

O ensaio edométrico, utilizado em solos muito finos, de permeabilidade inferior a 10^{-8} m/s, encontra-se esquematizado na Fig. 3.26.

Estes ensaios foram concebidos de modo a simular as condições de carregamento, de deformação e de drenagem existentes no campo, nos casos em que exista um estrato confinado de argila (Fernandes, 1994).

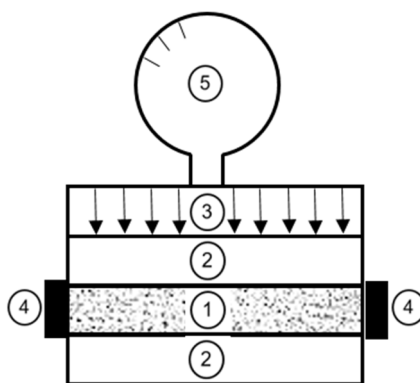


Fig. 3.26 – Esquema do ensaio edométrico (Fernandes, 1994).

em que 1 é a amostra indeformada e saturada, 2 são as pedras porosas, 3 a carga aplicada por escalões (através de um êmbolo), 4 é o anel rígido (impede deformações laterais) e 5 é o micrómetro (mede deformações verticais).

Contudo, os ensaios em laboratório apresentam algumas limitações e dificuldades, em particular (Fernandes, 1994):

1. Amostras não representativas: os resultados obtidos a partir de um número reduzido de amostras podem não representar a permeabilidade global;
2. Perturbações das amostras: no caso dos solos, a sua estrutura fica “destruída”;
3. Anisotropia de permeabilidades: os ensaios devem ter em conta a orientação da percolação que se pretende estudar;
4. Dependência do coeficiente de permeabilidade em relação ao estado de tensão;
5. Permuta iónica;
6. Ar na amostra.

Uma outra vertente relevante é o caso dos maciços estratificados (Fig. 3.27), em que o coeficiente de permeabilidade equivalente é dado pela expressão (3.10), considerando a percolação na direção normal à estratificação (Fernandes, 1994).

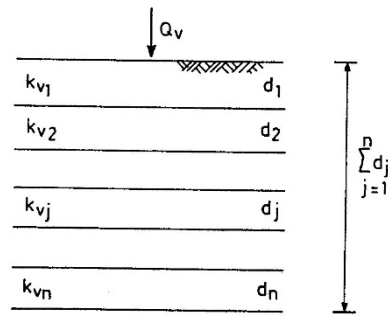


Fig. 3.27 – Percolação na direção normal à estratificação (Fernandes, 1994).

$$k_v^e = \frac{\sum_{j=1}^n d_j}{\sum_{j=1}^n d_j / k_{vj}} \quad (3.10)$$

em que n é o número de camadas, d é a espessura de cada camada, k_{vj} é o coeficiente de permeabilidade da camada j e k_v^e é o coeficiente de permeabilidade equivalente para o escoamento vertical.

De salientar que a percolação na direção normal à estratificação considera os seguintes pressupostos (Fernandes, 1994):

- A água e as partículas sólidas são praticamente incompressíveis;
- A quantidade de água que entra num determinado estrato genérico j terá que ser igual à quantidade de água que sai do mesmo estrato no mesmo intervalo de tempo;
- A velocidade da água terá que ser constante.

Os maciços estratificados podem ser comparados aos pavimentos, compostos pelas suas várias camadas. Da mesma forma, o coeficiente de permeabilidade de um pavimento também pode ser calculado, com base na expressão (3.10), tendo em conta as características de cada uma das camadas que o constituem (por exemplo: revestimento, almofada de assentamento, base, sub-base, solo).

4

CASOS PRÁTICOS

4.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, dedicado aos casos práticos, faz-se um enquadramento de situações em contexto real, com o objetivo identificar limitações ainda existentes e contribuindo para a sua resolução. Desta forma, pretende-se melhorar a análise dos processos de licenciamento e controlar o impacto efetivo que se verifica no território do Município do Porto.

Na Fig. 4.1, apresenta-se a informação relativa à qualificação do solo, de acordo com o PDMP, e em formato espacial (Direção Municipal do Urbanismo).

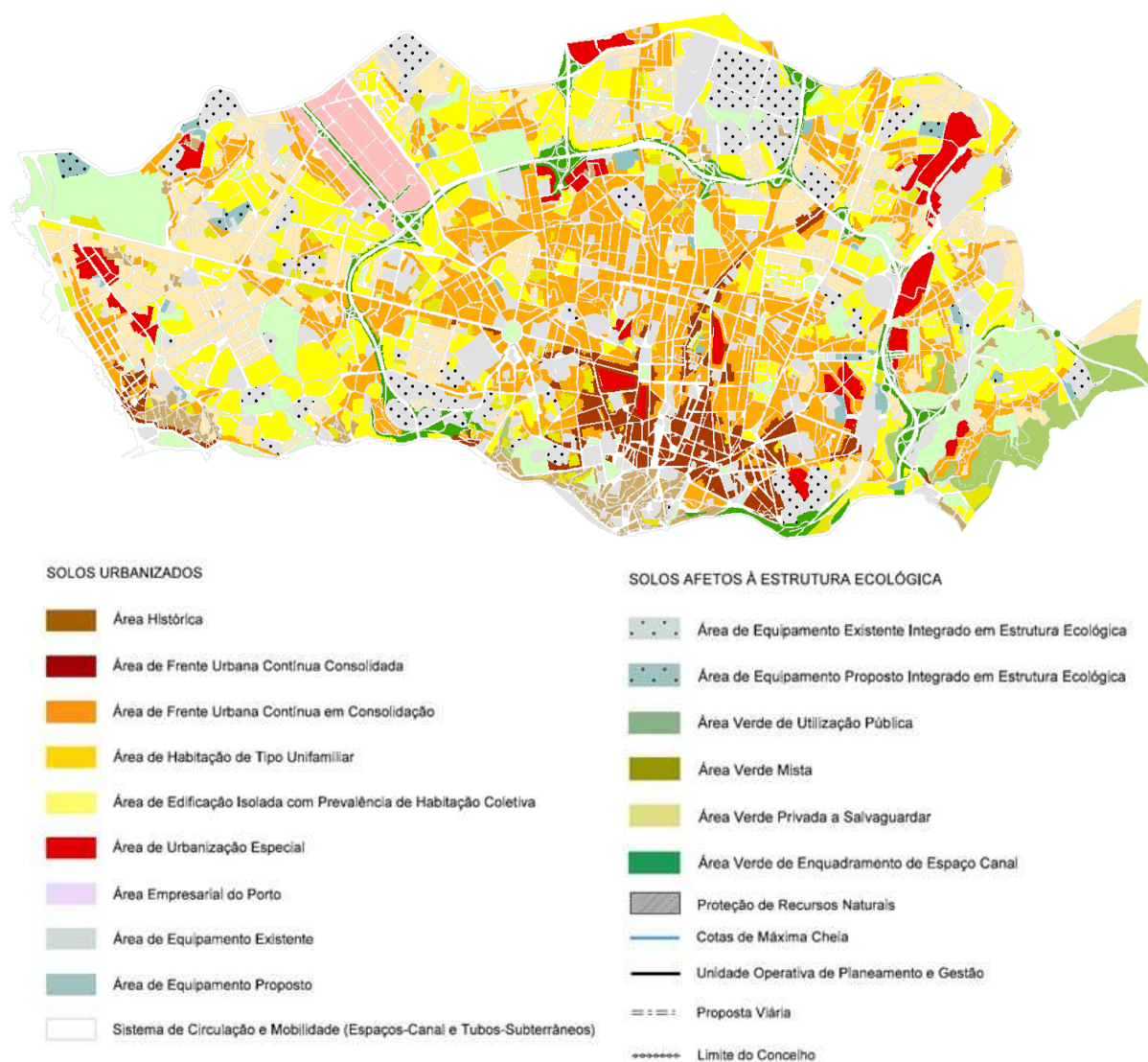


Fig. 4.1 - Carta de Qualificação do Solo (Direção Municipal do Urbanismo).

Na Tabela 4.1, apresenta-se a distribuição, em percentagem, dos vários tipos de ocupação do solo, em função da área total do município.

Tabela 4.1 – Percentagem das áreas de ocupação do solo (Direção Municipal do Urbanismo).

Área	%
Área de Equipamento Proposto	1%
Área de Equipamento Proposto Integrado em Estrutura Ecológica	1%
Área Verde Privada a Salvar	2%
Área Histórica	2%
Área Empresarial do Porto	2%
Área Verde Mista	2%
Área Verde de Enquadramento de Espaço Canal	2%
Área de Urbanização Especial	3%
Área de Frente Urbana Contínua Consolidada	4%
Área de Equipamento Existente Integrado em Estrutura Ecológica	6%
Área Verde de Utilização Pública	7%
Área de Equipamento Existente	7%
Área de Habitação do Tipo Unifamiliar	11%
Área de Edificação Isolada com Prevalência de Habitação Coletiva	14%
Área de Frente Urbana Contínua em Consolidação	18%
Sistema de Circulação e Mobilidade (Espaços-Canal e Tubos Subterrâneos)	19%

4.2 ELEMENTOS INSTRUTÓRIOS REQUERIDOS

Na Câmara Municipal do Porto (CMP), dos processos de licenciamento fazem parte diversos documentos, definidos nos respetivos procedimentos internos e no Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ). O “Quadro Sinótico” constitui um desses elementos, no qual o requerente especifica o índice de impermeabilização.

Existem três modalidades deste documento, que difere de acordo com a pretensão em causa:

- Construção/demolição (Direção Municipal do Urbanismo, -);
- Loteamento/urbanização;
- Construção/alteração/ampliação;
- Utilização/alteração da utilização.

No Anexo G, inclui-se, como exemplo, o impresso “C03-03-Imp-212 - Quadro Sinótico (Mapa-Medições) - Obras de Construção / Demolição”, relativo (como o próprio nome indica), a obras de demolição e construção.

De acordo com aquele documento, a área de impermeabilização (A_i), corresponde ao valor expresso em metros quadrados, e resulta do somatório da área de implantação das construções de qualquer tipo e áreas de solos pavimentados com materiais impermeáveis ou que propiciem o mesmo efeito, designadamente em arruamentos, estacionamento, equipamentos desportivos e logradouros.

O impresso refere ainda que os materiais propostos como revestimento de logradouros, devem ser acompanhados de ficha técnica e pormenor construtivo que comprove o grau de permeabilidade invocado pelo requerente.

Verifica-se ainda que o impresso apresenta o “Anexo 1”, que deverá ser preenchido sempre que o prédio se encontre inserido em duas (ou mais) categorias de espaço definidas no artigo 8º do RPDM (Qualificação do Solo).

A este respeito, e no seguimento do que já vem sido dito nos capítulos anteriores, tecem-se os seguintes comentários:

- O grau de permeabilidade deve ser comprovado para o conjunto do pavimento, incluindo todas as suas camadas;
- O pormenor construtivo deve incluir toda a estrutura de pavimento e o próprio solo;
- O grau de permeabilidade deve ser alvo de cálculo hidráulico, e não de “invocação”;
- É discutível a análise separada a que o Anexo 1 induz.

4.3 APLICAÇÃO DA FICHA N.º 34

De acordo com o DR n.º 9/2009, de 29 de maio, (ponto 2.3.2), o cálculo do índice de impermeabilização é obtido através das expressões (4.1) e (4.2).

$$I_{imp} = \left(\sum A_{imp}/A_s \right) \times 100 \quad (4.1)$$

$$A_{imp} = C_{imp} \times A_s \quad (4.2)$$

em que I_{imp} é o índice de impermeabilização do solo, expresso em %, A_{imp} corresponde à área impermeabilizada equivalente, A_s é a área do solo e C_{imp} traduz o coeficiente de impermeabilização.

O coeficiente de impermeabilização (C_{imp}) varia entre 0 (zero) e 1 (um), de acordo a expressão (4.3).

$$0 \leq C_{imp} \leq 1 \quad (4.3)$$

em que C_{imp} é igual a 0 (zero) num solo totalmente permeável e igual a 1(um) num solo totalmente impermeável.

O DR n.º 9/2009, de 29 de maio permite uma simplificação quando admite que, na falta de melhor informação sobre o valor dos coeficientes de impermeabilização da ocupação ou do revestimento em presença, poderão usar-se os valores de referência indicados na Tabela 4.2, procedimento que, na prática, e quando aplicado de forma recorrente, poderá ter impactes significativos na gestão territorial.

Para além de se tratar uma abordagem muito simplista, tem um leque de possibilidades muito reduzido e apresenta as seguintes fragilidades efetivas:

- No caso de “solo plantado ou natural”, o coeficiente de impermeabilização nem sempre é zero;
- No caso de zonas “semi-permeáveis”, e dado que o valor do coeficiente de impermeabilização pode ser superior a zero e inferior a 1 (exclusive), torna-se muito limitativo e pobre considerar aquele índice num único valor médio (0,5); a manter-se esta possibilidade de simplificação, o DR deveria definir mais situações-tipo, indicando vários índices intermédios entre 0 e 1;
- O DR faz apenas referência ao “revestimento”, tendo-se já demonstrado que a impermeabilização deve ser analisada ao nível de toda a estrutura do pavimento, e não apenas do seu revestimento.

Tabela 4.2 – Coeficientes de impermeabilização (Decreto Regulamentar n.º 9/2009 de 29 de maio, 2009).

Ocupação	Revestimento	Cimp
Construções	Impermeável	1
---	Semi-permeável	0,5
Solo plantado ou natural	Sem qualquer revestimento	0

Também ao nível das notas complementares daquela ficha, é estipulado que o índice de impermeabilização do solo mede apenas a alteração da permeabilidade que resulta da ocupação ou do revestimento realizado ou previsto, sendo independente da permeabilidade do solo original, antes dessa ocupação ou revestimento. Daqui decorre que são somente comparadas:

- A situação realizada (em apreço);
- A situação imediatamente anterior.

Assim, pode concluir-se que, quando estiver em análise a 2.ª intervenção, a comparação é feita com a 1ª intervenção e não com o terreno original (Fig. 4.2, Fig. 4.3 e Fig. 4.4).



Fig. 4.2 – Exemplo de licenciamento (terreno original) (<https://www.google.pt/maps>).



Fig. 4.3 – Exemplo de licenciamento (1ª intervenção) (<https://www.google.pt/maps>).



Fig. 4.4 - Exemplo de licenciamento (2ª intervenção) (<https://www.google.pt/maps>).

Transpondo para o PDMP, constata-se que esta abordagem não está prevista em todas as situações, sendo que muitas delas apenas impõem limites de impermeabilização, independentemente da situação imediatamente anterior.

A categoria das “áreas históricas” constitui um raro exemplo em que a área impermeável é limitada em relação à situação anterior.

Finalmente, e de acordo com a ficha em apreço, o cálculo do índice de impermeabilização do solo implica conhecer a área de cada tipo de ocupação ou de revestimento e o coeficiente de impermeabilização (Cimp) de cada ocupação ou revestimento. Uma vez mais, verifica-se uma confusão nos conceitos quando é referido “revestimento” e não “pavimento” (que engloba todas as suas camadas).

4.4 APLICABILIDADE DO MANUAL DE RECOMENDAÇÕES E BOAS PRÁTICAS

Conforme referido no capítulo 2, e relativamente ao indicado no “Manual de Recomendações e Boas Práticas”, existem dúvidas na verificação do cumprimento dos índices de impermeabilização máximos impostos pelo PDMP (Fig. 4.5), uma vez que aquele manual apenas dá ênfase ao material de revestimento (Direção Municipal do Urbanismo, 2017).

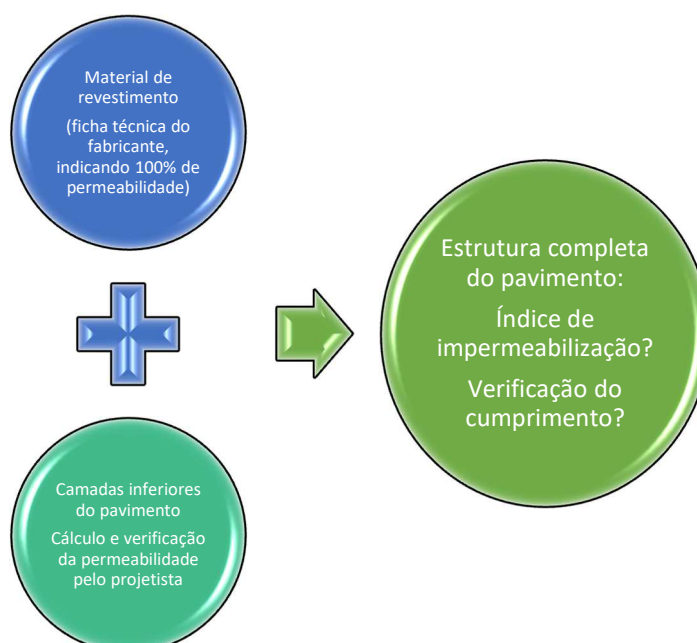


Fig. 4.5 – Fluxo de análise dos materiais e estrutura do pavimento (Direção Municipal do Urbanismo, 2017).

De facto, existem diversas soluções de revestimentos com elevada percentagem de permeabilidade, conforme refere aquele manual e pode ser atestado por uma rápida consulta ao mercado. No entanto, a permeabilidade final da estrutura do pavimento total depende de:

- Método de aplicação do material de revestimento;
- Permeabilidade dos restantes materiais que compõem toda a estrutura do pavimento.

Por esta razão, o Município reconhece a necessidade de apresentação dos seguintes elementos, com vista à validação da solução apresentada (Direção Municipal do Urbanismo, 2017):

- Ficha técnica (que certifique o grau de permeabilidade do material);
- Pormenor construtivo do assentamento no solo.

A dúvida surge quando aquele documento refere que serão de aceitar todos os materiais, desde que acompanhados daqueles elementos, mas não especifica de que forma se comprova que a sua aplicação não favorece um efeito impermeável do solo.

Na prática, acaba por ser efetuada uma avaliação (quer em fase de projeto, quer em fase de licenciamento), muito superficial e “sem cálculo hidráulico”, o que pode levar a diferenças substanciais na ocupação do solo.

4.5 EXEMPLO PRÁTICO 1

4.5.1 INTRODUÇÃO

Este primeiro exemplo diz respeito a uma habitação unifamiliar com três pisos, anexos e aproveitamento de sótão. No quadro sinótico, o projetista apresentou os valores indicados na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Valores apresentados pelo projetista no quadro sinótico.

Área total do terreno	657,50 m ²
Área de impermeabilização	420,30 m ²
Índice de impermeabilização	0,64

O licenciamento em apreço abrange dois tipos de categorias de ocupação de solo:

- A norte, “área de frente urbana contínua em consolidação”;
- A sul, “área de habitação do tipo unifamiliar”.

O projetista apresentou, para cada material, a permeabilidade constante na Tabela 4.4, na qual se incluem os coeficientes de impermeabilização daqui decorrentes. Não são apresentados pormenores construtivos para os vários tipos de pavimentos propostos.

Tabela 4.4 – Permeabilidade dos materiais / coeficientes de impermeabilização (projetista).

Material	Permeabilidade	Coeficiente de impermeabilização
Relva	100%	0,0
Calçada de granito	20%	0,8
Restante (construção, piscina, lajetas de granito, etc.)	0%	1,0

4.5.2 VERIFICAÇÃO DO CUMPRIMENTO DO ÍNDICE DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Na Tabela 4.5, apresentam-se as medições, individualizadas para cada uma das áreas das qualificações do solo, efetuadas a partir dos desenhos constantes do processo administrativo. Ressalva-se que, atendendo ao formato dos elementos, a medição conduz globalmente a pequenas diferenças (da ordem dos 4%), em relação às medições constantes do processo oficial. No entanto, e para efeitos de comparação das áreas entre si, e atendendo ao intuito deste exercício, considera-se que esta diferença não é relevante.

Tabela 4.5 – Medição das áreas (exemplo 1).

Área	Área em “frente urbana contínua em consolidação”	Área em “habitação do tipo unifamiliar”
Calçada de granito	3,3 m ²	193,8 m ²
Lajetas de granito	38,3 m ²	50,3 m ²
Relva	196,7 m ²	10,3 m ²
Edificação (habitação, arrumos, piscina, etc.)	40,7 m ²	149,4 m ²
Total do terreno	279,0 m ²	403,8 m ²

Na Tabela 4.6, indicam-se as áreas e percentagens correspondentes a cada tipo de ocupação do solo, bem como os critérios definidos no PDMP, a cumprir para cada um dos casos.

Tabela 4.6 – Áreas e percentagens por tipo de qualificação do solo (exemplo 1).

Área de frente urbana contínua em consolidação	Área de habitação do tipo unifamiliar	Área total
Art.º 20º, b) “... nem uma impermeabilização superior a 70% da área do prédio”	Art.º 24º, 1, b) “a área de impermeabilização não pode exceder 60% da área do prédio ou lote”	---
Art.º 20º, i) “... impermeabilizada no máximo de 10% desde que não comprometa a existência de uma área permeável de 30% da área do prédio”.	Art.º 24º, 2 “no caso de operação de loteamento ou de impacte semelhante a loteamento, a área de impermeabilização não pode exceder 60% da área do prédio”	---
279,0 m ²	403,8 m ²	682,8 m ²
41%	59%	100%

Na análise que se segue, de verificação dos índices de impermeabilização, foram tidos em conta dois aspetos:

1. Dado que o lote engloba duas categorias de qualificação do solo, entendeu-se haver duas abordagens possíveis de análise do índice de impermeabilização global e respetiva verificação do cumprimento do PDMP:
 - a. Análise das duas áreas separadamente, cada uma com o seu índice de impermeabilização (conforme vem indicado no Anexo 1, do Quadro Sinótico, apresentado no Anexo G da presente dissertação);

- b. Análise da área no seu conjunto, com ponderação de um índice de impermeabilização único.
2. Em cada um dos casos acima mencionados, foi comparado o índice de impermeabilização obtido para cada uma das situações:
 - a. Adotando os índices indicados pelo projetista;
 - b. Introduzindo um ligeiro agravamento de 20% no coeficiente da “relva” (de 0,0 para 0,2, que pode facilmente ocorrer em função do tipo de solo) e no coeficiente da “calçada de granito” (de 0,8 para 1,0, que pode ocorrer com o refechamento das juntas com material impermeável, por exemplo).

4.5.2.1 ANÁLISE DAS DUAS ÁREAS SEPARADAMENTE

Conforme referido, esta primeira abordagem corresponde à indicada nos procedimentos internos da CMP (Anexo 1, do Quadro Sinótico, que especifica este tipo de situação).

Na Tabela 4.7, apresenta-se a área do sub-lote “área de frente urbana contínua em consolidação”, bem como o índice de impermeabilização máximo a cumprir, de acordo com o PDMP.

Tabela 4.7 – Área e índice de impermeabilização máximo do sub-lote “área de frente urbana contínua em consolidação”.

Sub-lote	Área (m ²)	Índice máximo de impermeabilização (%)	Área máxima de impermeabilização (m ²)
Área de frente urbana contínua em consolidação	(A)	(limp max)	(A x limp max)
	279	70%	195

Na Tabela 4.8, apresenta-se a análise efetuada para este sub-lote:

- Na simulação 1, são adotados os coeficientes de impermeabilização indicados pelo projetista. Dado que este espaço é todo preenchido com relva, à exceção da zona da piscina e outras áreas pontuais, os índices são largamente cumpridos, uma vez que o sub-lote apresenta um índice de impermeabilização de 29%, francamente inferior ao índice máximo de 70%;
- Na simulação 2, são alterados os coeficientes de impermeabilização da “relva” (de 0,0 para 0,2) e da “calçada de granito” (de 0,8 para 1,0), pelo que a situação vem um pouco mais agravada, passando o índice de impermeabilização para 44%, mas mantendo-se o cumprimento do índice máximo de 70%, pelas razões já indicadas.

Nota: esta ligeira variação dos coeficientes de impermeabilização pretende dar a perceção de que pequenas variações podem conduzir a grandes diferenças, conduzindo muitas vezes ao incumprimento dos limites estabelecidos regulamentarmente.

Tabela 4.8 – Simulações para o sub-lote “área de frente urbana contínua em consolidação”.

Simulação 1: índices indicados pelo projetista					
Ocupação do solo (m2)	Área (m2)	Coefficiente de impermeabilização	Área máxima impermeabilizada (m2)	Conclusão da simulação 1	
Piscina e arrumos	40.7	1.0	40.7	Área total (At)	279.0
Relva	196.7	0.0	0.0	Área impermeabilizada (Aimp)	81.6
Calçada de granito	3.3	0.8	2.6	Índice impermeabilização (Aimp/Atx100)	29%
Lajetas de granito	38.3	1.0	38.3	Índice impermeabilização máximo	70%
TOTAL	279	---	81.6		OK
Simulação 2: índices alterados					
Ocupação do solo (m2)	Área (m2)	Coefficiente de impermeabilização	Área máxima impermeabilizada (m2)	Conclusão da simulação 2	
Piscina e arrumos	40.7	1.0	40.7	Área total (At)	279.0
Relva	196.7	0.2	39.34	Área impermeabilizada (Aimp)	121.6
Calçada de granito	3.3	1.0	3.3	Índice impermeabilização (Aimp/Atx100)	44%
Lajetas de granito	38.3	1.0	38.3	Índice impermeabilização máximo	70%
	279	---	121.64		OK

Na Tabela 4.9, apresenta-se a área do sub-lote “área de habitação do tipo unifamiliar”, bem como o índice de impermeabilização máximo a cumprir, de acordo com o PDMP.

Tabela 4.9 - Área e índice de impermeabilização máximo do sub-lote “área de habitação do tipo unifamiliar”.

Sub-lote	Área (m ²)	Índice máximo de impermeabilização (%)	Área máxima impermeabilizada (m ²)
Área de habitação do tipo unifamiliar	(A)	(limp max)	(A x limp max)
	403.8	60%	242

Na Tabela 4.10, apresenta-se a análise efetuada para este sub-lote:

- Na simulação 1, são adotados os coeficientes de impermeabilização indicados pelo projetista. Dado que, praticamente todo o espaço é ocupado por edificação (habitação e garagem) e pavimentos em granito, mesmo aplicando os coeficientes apresentados pelo projetista, os limites não são cumpridos, uma vez que o índice de 88% é superior a 60% (máximo indicado pelo PDMP);
- Na simulação 2, são alterados os coeficientes de impermeabilização da “relva” (de 0,0 para 0,2) e da “calçada de granito” (de 0,8 para 1,0), pelo que a situação vem ainda mais agravada, passando o índice de impermeabilização para 98% e mantendo-se o incumprimento do índice máximo de 60%.

Tabela 4.10 - Simulações para o sub-lote “área de habitação do tipo unifamiliar”.

Simulação 1: índices indicados pelo projetista					
Ocupação do solo (m2)	Área (m2)	Coefficiente de impermeabilização	Área máxima impermeabilizada (m2)	Conclusão da simulação 1	
Habitação e arrumos	149.4	1.0	149.4	Área total (At)	403.8
Relva	10.3	0.0	0	Área impermeabilizada (Aimp)	354.7
Calçada de granito	193.8	0.8	155.0	Índice impermeabilização (Aimp/Atx100)	88%
Lajetas de granito	50.3	1.0	50.3	Índice impermeabilização máximo	60%
	403.8	---	354.74		KO
Simulação 2: índices alterados					
Ocupação do solo (m2)	Área (m2)	Coefficiente de impermeabilização	Área máxima impermeabilizada (m2)	Conclusão da simulação 2	
Habitação e arrumos	149.4	1.0	149.4	Área total (At)	403.8
Relva	10.3	0.2	2.06	Área impermeabilizada (Aimp)	395.6
Calçada de granito	193.8	1.0	193.8	Índice impermeabilização (Aimp/Atx100)	98%
Lajetas de granito	50.3	1.0	50.3	Índice impermeabilização máximo	60%
	403.8	---	395.56		KO

4.5.2.2 ANÁLISE DA ÁREA NO SEU CONJUNTO

Fazendo a análise conjunta de todo o lote, calculou-se o índice de impermeabilização máximo ponderado (Tabela 4.11).

Considerando que o lote “área de frente urbana contínua em consolidação”, com 279 m², tem um índice de impermeabilização máximo de 70%, a que corresponde uma área máxima de impermeabilização de 195 m², e que o lote “área de habitação do tipo unifamiliar”, com 403,8 m², tem um índice de impermeabilização máximo de 60%, a que corresponde uma área máxima de impermeabilização de 242 m², a área total máxima de impermeabilização é de 438 m² que, quando comparada com 682,8 m² de área do lote total, conduz a um índice de impermeabilização máximo ponderado de 64%.

Tabela 4.11 – Índice de impermeabilização ponderado (lote total).

Sub-lote	Área (m ²) (A)	Índice máximo de impermeabilização (%) (Iimp max)	Área máxima de impermeabilização (m ²) (A x Iimp max)
Área de frente urbana contínua em consolidação	279.0	70%	195
Área de habitação do tipo unifamiliar	403.8	60%	242
Total	682.8	64%	438

Na Tabela 4.12, apresenta-se a análise efetuada para o lote total:

- Na simulação 1, são adotados os coeficientes de impermeabilização indicados pelo projetista, verificando-se que o índice cumpre (no limite), o exigido pelo PDMP (64%);
- Na simulação 2, são alterados os coeficientes de impermeabilização da “relva” (de 0,0 para 0,2) e da “calçada de granito” (de 0,8 para 1,0), obtendo-se um índice de impermeabilização de 76%, bastante superior ao admitido legalmente.

Tabela 4.12 - Simulações para o lote total.

Simulação 1: índices indicados pelo projetista				Conclusão da simulação 1	
Ocupação do solo (m2)	Área (m2)	Coeficiente de impermeabilização	Área máxima impermeabilizada (m2)	Área total (At)	
Piscina, arrumos e habitação	190.1	1.0	190.1	682.8	
Relva	207	0.0	0.0	436.4	
Calçada de granito	197.1	0.8	157.7	Índice impermeabilização (Aimp/Atx100)	64%
Lajetas de granito	88.6	1.0	88.6	Índice impermeabilização máximo	64%
	682.8	---	436.38		OK
Simulação 2: índices alterados				Conclusão da simulação 2	
Ocupação do solo (m2)	Área (m2)	Coeficiente de impermeabilização	Área máxima impermeabilizada (m2)	Área total (At)	
Piscina e arrumos	190.1	1.0	190.1	682.8	
Relva	207	0.2	41.4	517.2	
Calçada de granito	197.1	1.0	197.1	Índice impermeabilização (Aimp/Atx100)	76%
Lajetas de granito	88.6	1.0	88.6	Índice impermeabilização máximo	64%
	682.8	---	517.2		KO

4.5.3 CONCLUSÕES

Desta forma, e através simulações muito simples, em que são introduzidas pequenas variações nos coeficientes de impermeabilização, conclui-se que a influência na área máxima de construção altera-se significativamente.

No caso ilustrado na Tabela 4.12, a variação introduzida nos coeficientes de impermeabilização conduzem a uma redução de 80,8 m² o que, quando comparada com a área total do lote, representa um agravamento aproximado de 12% de área impermeabilizada.

Em suma, a análise deste caso prático permite retirar as seguintes conclusões:

- O projetista apenas apresenta permeabilidades (que, por complementaridade, conduzem aos coeficientes de impermeabilização), dos materiais de revestimento, sem qualquer nota de cálculo hidráulico;
- Não são descritas todas as camadas de pavimento, nem apresentado pormenor construtivo, de modo a avaliar o coeficiente de impermeabilização total;
- O projetista efetuou a avaliação do índice de impermeabilização para todo o lote conjuntamente (conforme indicam os procedimentos da CMP mas que conduz ao incumprimento do índice máximo de impermeabilização no sub-lote inserido na “área de habitação do tipo unifamiliar”);
- O projetista conclui que não são cumpridos os índices definidos no PDMP, justificando o “não cumprimento” com o bom funcionamento da rede de drenagem existente, fundamentação que não se enquadra no assunto em apreço, nem deve ser invocada neste contexto;
- Pela análise das áreas do registo predial, verifica-se ainda que se trata de uma alteração a uma situação que não é a original, pelo que deveria ser avaliado o impacte da(s) operação(ões) anterior(es) e cruzada essa informação com o presente licenciamento.

4.6 EXEMPLO PRÁTICO 2

4.6.1 INTRODUÇÃO

Este segundo exemplo diz respeito a um pedido de licenciamento de obras de demolição e construção para os dois prédios localizados em “área histórica”, pretendendo o requerente unir os prédios, demolir as construções existentes, construir uma habitação unifamiliar constituída por rés-do-chão e dois pisos, alterando também os arranjos exteriores. O lote está ainda inserido em área formalmente condicionada, do ponto de vista da salvaguarda do património arqueológico.

No quadro sinótico, o projetista apresentou os valores indicados na Tabela 4.13, verificadas no âmbito desta dissertação.

Tabela 4.13 – Medição de áreas - exemplo 2.

Descrição	Área
Jardim	34 m ²
Terraços (deck)	32 m ²
Edificação	78 m ²
Área total do terreno	144 m ²

4.6.2 VERIFICAÇÃO DO CUMPRIMENTO DO ÍNDICE DE IMPERMEABILIZAÇÃO

O lote está inserido em “área histórica” que, de acordo com o Art.º 13º do PDMP, indica que a edificação nos logradouros e interiores de quarteirões pode ser admitida desde que, entre outros aspetos, haja redução da área impermeável legalmente constituída anterior à operação.

Verificadas as peças desenhadas que constituem o processo, constata-se que a situação anterior à proposta apresentava uma área totalmente construída, a que correspondia a um índice de impermeabilização de 100% (Tabela 4.14).

Na proposta apresentada, o projetista indica uma área de impermeabilização de 109 m² que, comparada com a área do terreno (144 m²), equivale a um índice de impermeabilização de 76% (Tabela 4.14).

Tabela 4.14 – Áreas e índices de impermeabilização - exemplo 2.

Situação em análise	Área total	Área impermeabilizada	Índice de impermeabilização
Anterior à proposta	144,0 m ²	144,0 m ²	100%
Proposta	144,0 m ²	109 m ²	76%

O projetista não apresenta:

- Coeficientes de impermeabilização dos vários tipos de pavimento;
- Pormenores construtivos das estruturas de pavimento;
- Cálculo da área de impermeabilização indicada.

Pela área de impermeabilização apresentada, depreende-se que o projetista tenha considerado a área da relva 100% permeável e toda a restante área 100% impermeável, de acordo com a expressão (4.4).

$$A_{\text{imp}} = 0 \times 34 + 1 \times (32 + 78) = 110 \text{ m}^2 \simeq 109 \text{ m}^2 \quad (4.4)$$

Neste caso, uma vez que a situação anterior apresentava um índice de impermeabilização igual a 100%, e que a proposta inclui uma área de relva (que terá um coeficiente de impermeabilização inferior a 1), esta pretensão cumprirá sempre o PDMP, com mais ou menos folga.

4.7 EXEMPLO PRÁTICO 3

4.7.1 INTRODUÇÃO

Neste exemplo, é proposta a reabilitação e a atualização funcional de uma habitação unifamiliar com projeto e construção de meados do século XX, localizada em “área de habitação do tipo unifamiliar”. O terreno tem uma área total de 750 m².

4.7.2 VERIFICAÇÃO DO CUMPRIMENTO DO ÍNDICE DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Na versão inicial do projeto, o projetista mencionava que o terreno tinha uma área impermeável de 480 m², o que conduzia a um índice de impermeabilização de 64%, não cumprindo o limite máximo de 60% indicado pelo PDMP, pelo que os serviços solicitaram a correção da situação.

Em seguida, foi apresentada uma nova versão do projeto, com uma área impermeável de 435 m², a que corresponde um índice de impermeabilização de 58%, passando a cumprir o limite máximo de 60% indicado pelo PDMP.

No entanto, não são apresentadas áreas parciais de ocupação, nem estruturas de pavimento, havendo apenas menção a que os arranjos exteriores se manterão inalterados nos seus caminhos impermeáveis, vegetação rasteira e maciço arbóreo.

De acordo com o PDMP (Art.º 24º, alínea b), a área de impermeabilização não pode, de facto, exceder 60% da área do prédio ou lote.

Neste caso, o projeto deveria contemplar o tipo de pavimentos e a sua medição, de modo a poder verificar-se a área impermeabilizada indicada no processo e o cumprimento do índice de impermeabilização.

4.8 EXEMPLO PRÁTICO 4

4.8.1 INTRODUÇÃO

O exemplo prático n.º 4 diz respeito a um projeto de licenciamento de uma obra de alteração e ampliação de um edifício destinado a habitação unifamiliar, composto por uma casa de rés-do-chão, andar, anexos e quintal. Localiza-se em “área de frente urbana contínua em consolidação”.

4.8.2 VERIFICAÇÃO DO CUMPRIMENTO DO ÍNDICE DE IMPERMEABILIZAÇÃO

O projeto refere que é pretensão deixar-se o índice de impermeabilização o mais baixo possível, prevendo a área ajardinada o maior possível. Não está prevista qualquer intervenção nas construções existentes no logradouro, que servirão apenas como áreas de arrumos de apoio ao jardim.

Para além desta informação, consta das peças desenhadas a informação resumida na Tabela 4.15.

Tabela 4.15 – Informação constante das peças desenhadas do projeto - exemplo 4.

Descrição	Área
Área de impermeabilização	182,0 m ²
Habitação	114,0 m ²
Anexos	32,0 m ²
Habitação + anexos	146,0 m ²
Terreno	537,0 m ²

Atendendo a estes valores, o índice de impermeabilização calculado pelo projetista é igual a 34%, resultante da comparação da área de impermeabilização com a área do terreno (Tabela 4.15).

Não consta do processo qualquer planta de pavimentos, estruturas de pavimentos, nem coeficientes de impermeabilização. Como tal, não é possível avaliar, de forma eficaz, os valores apresentados.

No entanto, e partindo destes dados gerais, fez-se o seguinte raciocínio para concluir que coeficiente de impermeabilização foi considerado na zona do logradouro.

Atendendo à área impermeabilizada e à área edificada (casa e anexos), o logradouro terá a área indicada nas expressões (4.5) e (4.6).

$$\text{Área do logradouro} = \text{área total} - \text{área edificada} \quad (4.5)$$

$$\text{Área do logradouro} = 537 \text{ m}^2 - 146 \text{ m}^2 = 391 \text{ m}^2 \quad (4.6)$$

Considerando que à área edificada corresponde um coeficiente de impermeabilização igual a 1, a área impermeabilizada será igual a (4.7).

$$\text{Área impermeabilizada} = \text{área edificada} + (C_{\text{imp logradouro}} \times \text{área logradouro}) \quad (4.7)$$

Substituindo os valores acima indicados, obtém-se o coeficiente de impermeabilização do logradouro, indicado nas expressões (4.8) e (4.9).

$$182 \text{ m}^2 = 146 \text{ m}^2 + C_{\text{imp logradouro}} \times 391 \text{ m}^2 \quad (4.8)$$

$$C_{\text{imp logradouro}} = 0,09 \quad (4.9)$$

De acordo com o PDMP (Art.º 20º, número 1, alínea b), a área de impermeabilização não pode exceder 70% da área do prédio, pelo que, a confirmarem-se os valores apresentados pelo projetista, a pretensão cumpre o limite estabelecido no PDMP.

4.9 EXEMPLO PRÁTICO 5

4.9.1 INTRODUÇÃO

Este caso prático constitui o licenciamento de alterações num edifício destinado a habitação, localizado em “área de habitação do tipo unifamiliar”.

Na análise efetuada pelos serviços municipais, menciona-se que, apesar de referido no quadro sinótico o índice de impermeabilização (a que correspondem 45,83 m²), não foi apresentada planta de implantação/arranjos exteriores, que comprove este índice.

Assim, foi solicitada na apreciação urbanística, a apresentação de uma planta de arranjos exteriores, com a descrição dos materiais propostos para pavimentação, onde fosse referida a percentagem de permeabilidade do solo após o seu revestimento, para comprovação do índice de impermeabilização apresentado nas peças escritas.

Consta da Tabela 4.16, a informação incluída na última versão das peças desenhadas.

Tabela 4.16 – Informação constante das peças desenhadas do projeto - exemplo 5.

Descrição	Área
Área ajardinada	80,0 m ²
Cubo de granito	50,0 m ²
Habitação	60,0 m ²
Área impermeabilizada	110,0 m ²
Terreno	240,0 m ²

Atendendo a estes valores, o índice de impermeabilização calculado pelo projetista é igual a 46%, que resulta da comparação da área impermeabilizada com a área do terreno (Tabela 4.16).

4.9.2 VERIFICAÇÃO DO CUMPRIMENTO DO ÍNDICE DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Não constam do processo pormenores dos pavimentos, com a representação da sua estrutura, nem coeficientes de impermeabilização para cada um deles. Como tal, não é possível avaliar, de forma eficaz, os valores apresentados.

A partir das medições das peças desenhadas, foi possível detetar que a medição da habitação foi efetuada por defeito. De facto, partindo dos valores parciais apresentados pelo projetista (Tabela 4.16), para “área ajardinada”, “cubo de granito” e “habitação”, o total é de 190 m², e não 240 m² (total do terreno).

Não obstante esta falta de informação e incoerência de valores, admitiu-se que a área impermeabilizada é de 160 m² (em vez de 110 m²), e que a habitação tem 110 m² (em vez de 60 m²). Mesmo que toda a restante área tivesse coeficiente de impermeabilização igual a zero, o índice de impermeabilização global seria de 67%, superior aos 60% admitidos pelo PDMP.

Partindo destes valores retificados, fez-se o seguinte raciocínio para avaliar os coeficientes de impermeabilização da “área ajardinada” e do “cubo de granito”, através das expressões (4.10), (4.11) e (4.12):

$$\text{Área impermeabilizada} = \text{Área habitação} + x \text{ Área ajardinada} + y \text{ Área cubo granito} \quad (4.10)$$

$$160 \text{ m}^2 = 110 \text{ m}^2 + 80 x + 50 y \quad (4.11)$$

$$50 \text{ m}^2 = 80 x + 50 y \quad (4.12)$$

em que:

$$x = C_{\text{imp}} \text{ área ajardinada}$$

$$y = C_{\text{imp}} \text{ cubo de granito}$$

Daqui resulta que os dois coeficientes variam de forma proporcionalmente oposta. Por exemplo, se o coeficiente de impermeabilização da área ajardinada for igual a zero ($x = 0$), o coeficiente de impermeabilização do cubo de granito será igual a um ($y = 1$).

No entanto, esta situação não é linear, podendo verificar-se diversos cenários intermédios, em função do tipo de solo, compactações, material de base, material de refechamento das juntas, etc.

Esta análise é válida para os valores apresentados pelo projetista mas, como foi demonstrado no caso prático n.º 1 (ponto 4.5), pequenas variações nos coeficientes podem conduzir a um incumprimento dos valores legalmente estabelecidos para os índices de impermeabilização.

Apesar de todas estas possibilidades, e da informação não ser conclusiva, o projeto foi aprovado nestas circunstâncias, continuando a evidenciar-se pouca consistência na análise técnica e ausência de cálculo hidráulico.

4.10 EXEMPLO PRÁTICO 6

4.10.1 INTRODUÇÃO

Neste caso, o requerente apresenta um pedido de licenciamento de obras de reconstrução e ampliação para um prédio, pretendendo demolir os edifícios existentes, que se encontram em avançado estado de degradação. O prédio localiza-se em “área de frente urbana contínua em consolidação” e o requerente pretende criar uma solução de raiz, de linguagem contemporânea. O novo edifício será composto por cave e cinco pisos acima da cota de soleira, um dos quais é recuado.

Consta da Tabela 4.17, a informação incluída na última versão das peças desenhadas do projeto.

Tabela 4.17 – Informação constante do projeto - exemplo 6.

Descrição	Área
Área total do prédio	205,0 m ²
Área impermeabilizada	205,0 m ²

Atendendo a estes valores, o índice de impermeabilização indicado pelo projetista é igual a 100%.

4.10.2 VERIFICAÇÃO DO CUMPRIMENTO DO ÍNDICE DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Atendendo ao limite estabelecido no PDMP, esta pretensão, que tem uma ocupação integral do lote com a habitação, não cumpre o índice máximo de impermeabilização de 70%, situação agravada por se tratar de uma construção de raiz, pelo que poderiam ter sido estudadas outras soluções que se enquadrassem nos limites legais.

4.11 EXEMPLO PRÁTICO 7

4.11.1 INTRODUÇÃO

Este caso prático diz respeito a um projeto de licenciamento de um edifício de habitação coletiva com oito apartamentos, e insere-se em “área de frente urbana contínua em consolidação”.

Consta da Tabela 4.18, a informação incluída nas peças desenhadas do projeto.

Tabela 4.18 – Informação constante do projeto - exemplo 7.

Descrição	Área
Área impermeabilizada	231,0 m ²
Área de jardim	77,0 m ²
Área de circulação permeável (geogrelha)	74,0 m ²
Área permeável	151,0 m ²
Área total do prédio	382,0 m ²

Atendendo a estes valores, o índice de impermeabilização indicado pelo projetista é igual a 60% e dado pela expressão (4.13).

$$I_{\text{imp}} = \frac{231 \text{ m}^2}{382 \text{ m}^2} \times 100 = 60\% \quad (4.13)$$

O projetista indica a colocação, nas zonas exteriores, de “grelha de enrelvamento em PVC” nas zonas de circulação e de dois grandes canteiros, onde serão plantadas árvores de porte médio, arbustos e flores. Refere ainda que as grelhas permitem excelentes níveis de permeabilidade do solo. No piso superior, está previsto um terraço / solário com um jardim superior. No limite frontal do lote, prevê-se a criação de uma pequena faixa ajardinada. Finalmente, e ao nível da preocupação ecológica e ambiental, está igualmente prevista a colocação de floreiras suspensas nos vãos do alçado principal.

4.11.2 VERIFICAÇÃO DO CUMPRIMENTO DO ÍNDICE DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Uma vez mais, não é apresentada a estrutura de pavimentos, nem as fichas técnicas dos materiais.

Consultado um fornecedor, conclui-se que a grelha de enrelvamento, indicada pelo projetista, corresponde a uma estrutura alveolar que permite que a relva enraíze e cresça e que a água drene de forma segura, contribuindo para consolidação do solo evitando a erosão superficial. Como principais vantagens deste sistema, o fornecedor aponta a elasticidade, a resistência e a estabilidade (<http://www.norpavi.pt>).

Dado que o projetista apenas considerou uma área impermeabilizada de 231 m² (Tabela 4.18), foi considerado um coeficiente de impermeabilização igual a zero para o revestimento com geogrelha de enrelvamento e para a área ajardinada; no entanto, estes coeficientes dependerão das restantes camadas de pavimento, o que pode fazer aumentá-los, agravando a área impermeabilizada e podendo incorrer no incumprimento do limite legal do índice de impermeabilização.

Caso se confirmem as condições indicadas pelo projetista, o índice máximo de impermeabilização, de 70%, é cumprido.

5

PROPOSTA DE SOLUÇÕES

5.1 INTRODUÇÃO

Da análise efetuada no capítulo 4, ficou evidente que pequenas variações nos coeficientes de impermeabilização podem levar ao incumprimento do estabelecido no PDMP, sendo apresentadas, neste capítulo 5, um conjunto de soluções com o objetivo de contribuir para a minimização dos impactos, para a clarificação da determinação dos índices de impermeabilização e para a melhoria do desempenho do território.

Assim, numa primeira parte, são apresentadas propostas concretas de revisão de procedimentos internos na CMP, de modo a resolver ou, pelo menos, minimizar as fragilidades identificadas.

Ao nível das “medidas estruturais”, que implicam intervenção física ou no terreno, desenvolvem-se várias soluções de pavimentos permeáveis, outros sistemas convencionais e sistemas alternativos.

Finalmente, são apresentadas medidas não estruturais, mais estratégicas e transversais, incluindo o combate e a compensação da impermeabilização dos solos e a sensibilização.

Todas as medidas poderão ser implementadas, isolada ou complementarmente, contribuindo para a minimização do impacto dos índices de impermeabilização no território.

5.2 REVISÃO DE PROCEDIMENTOS INTERNOS NA CÂMARA MUNICIPAL DO PORTO

Decorrente dos capítulos anteriores, propõe-se que, no município do Porto, sejam implementadas as seguintes medidas:

Ao nível da apreciação dos projetos:

1. Apresentação de planta de implantação, que inclua todas as ocupações, em função do índice de impermeabilização. A este documento, poderá chamar-se “planta de impermeabilizações”;
2. Apresentação de pormenores construtivos dos pavimentos exteriores, onde se incluam todas as camadas estruturais e o tipo de solo de assentamento;
3. Cálculo hidráulico da permeabilidade e respetivo índice de impermeabilização, subscrito por técnico da especialidade. A este respeito, e dado que esta análise surge na fase do projeto de arquitetura, haverá que garantir, por parte da equipa projetista, uma adequada coordenação entre Arquitetura e Especialidades;
4. Criação de um plano de manutenção para cada tipo de material, permitindo a programação de intervenções ao longo do tempo, em função do seu envelhecimento, e que garantam a permeabilidade de projeto ao longo de vida útil da obra;
5. Revisão do “Quadro Sinótico” (Anexo G) nas situações em que a área em análise é abrangida por mais do que uma categoria de qualificação do solo, de modo que seja adotado um índice de

impermeabilização ponderado, em vez das análises serem efetuadas de forma completamente desligadas para cada categoria, conforme indica o Anexo 1 daquele documento.

Pelo serviço competente:

1. Seja avaliado o coeficiente de impermeabilização de cada uma das estrutura-tipo indicadas pela CMP, permitindo, quando aplicadas e em cada situação concreta, a ponderação dos índices de impermeabilização, de forma coerente e transversal.

Nos trabalhos em cursos, de revisão ao Plano Diretor Municipal do Porto (PDMP), prevista para 2021:

1. Revisão da Carta de Qualificação do Solo, ajustando limites dentro do município e compatibilizando, sempre que possível, com os municípios contíguos (contributos para a realização do Plano Diretor Intermunicipal);
2. Inclusão de medidas alternativas e não estruturais que abram a possibilidade de adoção de outras soluções (coberturas verdes, aproveitamento da água da chuva, etc.), complementares às convencionais mas que trazem benefícios, diretos ou indiretos. Um excelente exemplo deste tipo de medidas são as lagoas do “Parque da Cidade”, que funcionam como bacias de retenção e de infiltração.

5.3 MEDIDAS ESTRUTURAIS

5.3.1 PAVIMENTOS PERMEÁVEIS

Na presente dissertação, serão analisados, de forma mais pormenorizada, os “pavimentos permeáveis”, apresentando-se várias soluções, incluindo os que são atualmente recomendados pela CMP. Em cada uma das situações, é descrita a solução e são apresentadas as vantagens e desvantagens.

Por pavimentos permeáveis entendem-se aqueles que possuem espaços livres na sua estrutura, através dos quais a água pode atravessar, encaminhando-se para o solo ou para um sistema auxiliar de drenagem.

O revestimento deve permitir a passagem rápida da água, evitando que se escoee superficialmente mas, em vez disso, seja percolada através do pavimento (Associação Brasileira de Cimento Portland, -). Reforça-se que é necessário avaliar a permeabilidade de toda a estrutura do pavimento; caso contrário, a alta permeabilidade do revestimento, só por si, poderá limitar a permeabilidade total, em função das camadas subjacentes. Também a “ordem” das camadas influenciará a permeabilidade total. Exemplificando, uma camada superficial de revestimento 100% impermeável comprometerá desde logo a permeabilidade que possa caracterizar as camadas inferiores.

Ao nível da infiltração, apresenta-se na Fig. 5.1, uma classificação de acordo com as suas características (Gonçalves & Oliveira, 2014).

As superfícies permeáveis não podem, só por si, ser consideradas uma medida de proteção completa do solo, uma vez que todas as técnicas requerem a remoção de, pelo menos, 30 cm do solo superficial. O solo original pode ser substituído, em certa medida, por gravilha (Comissão Europeia, 2012).

A utilização dos pavimentos permeáveis é mais utilizada em zonas de tráfego leve de veículos ou estacionamento; no entanto, hoje em dia, está a ser estendida a zonas de maior tráfego e mais pesado (Parra & Teixeira, 2015).

Não há uma solução permeável única que sirva para todos os fins. Um aspeto comum a todas as superfícies é a necessidade de um conhecimento específico para cada local e de competências para a sua correta construção. Por outro lado, e para garantir que funcionem adequadamente, é necessário perceber

a sua evolução ao longo do tempo (envelhecimento) e garantir a manutenção (Comissão Europeia, 2012).



Fig. 5.1 – Tipo de infiltração e suas características (Gonçalves & Oliveira, 2014).

5.3.1.1 RELVA

A relva tradicional, apesar de não ser um pavimento permeável no sentido estrito, pode ser uma alternativa adequada a outros tipos de materiais pois protege a superfície do solo, impedindo o escoamento da água, a poeira e a formação de lama. Permite uma cobertura vegetal total, contribuindo para criar um microclima adequado (Comissão Europeia, 2012).

Uma alternativa à relva é a utilização de casca de árvores, resíduos estruturados de plantas lenhosas, etc., que cumprem funções semelhantes mas que permitem responder à falta da chuva, ao uso intensivo e aos problemas da manutenção ou estéticos (Comissão Europeia, 2012).

A relva com grvilha assemelha-se à relva tradicional e pode absorver até 100% da água da chuva. É uma solução indicada para áreas de estacionamento e estradas menos frequentadas. Os custos de construção e de manutenção são baixos (quando comparados com outras soluções), mas o recurso a esta solução exige mão-de-obra qualificada, podendo incorrer-se no risco de ficarem obstruídas e sem capacidade de drenagem (Comissão Europeia, 2012).

5.3.1.2 GRELHAS DE ENRELVAMENTO

As grelhas de enrelvamento assemelham-se a relvados convencionais e são fáceis de instalar. Podem aplicar-se com grelhas de plástico ou com grelhas de betão, sendo que estas últimas são mais dispendiosas (Comissão Europeia, 2012).

A partir de uma consulta ao mercado, é possível verificar a vasta oferta neste tipo de soluções. Apresentam-se algumas características gerais e um esquema de aplicação na Fig. 5.2 (<https://www.urbangreen.pt>):

- Capacidade drenante superior a 90%;
- Adequado a parques de estacionamento, vias de acesso e calçadas;
- Rápido e fácil de instalar;
- Garante um relvado firmemente enraizado;
- Admite a circulação de veículos, podendo, por exemplo, ser aplicados em parques de estacionamento;
- Respeita os regulamentos relativos a espaços verdes;
- Produto amigo do ambiente, fabricado com polietileno de alta densidade, 100% reciclado e 100% reciclável no final da sua utilização;
- Nas estações quentes, mantém o relvado naturalmente húmido, mesmo sob irradiação solar;
- Não é tóxico;
- Não polui o lençol freático;
- Não liberta substâncias químicas para o meio ambiente.

É imprescindível a caracterização de cada situação real. Tal como mencionado por outro fornecedor, é necessário efetuar uma avaliação cuidadosa das condições locais do próprio terreno, uma vez que as indicações dadas pelo fornecedor têm um carácter de tipo geral e a preparação da base de apoio deve ser adequada à tipologia do terreno, às condições climáticas e à intensidade da carga. Na Fig. 5.3, ilustra-se outro exemplo de aplicação (Salvaprado).

Em geral, os parques de estacionamento têm grande potencial para a aplicação de superfícies permeáveis. Na Europa, são mais os lugares de estacionamento que os automóveis, e ambos estão a aumentar. A utilização deste tipo de solução é ideal para os grandes parques de estacionamento utilizados ocasionalmente ou com pouca frequência (Comissão Europeia, 2012).

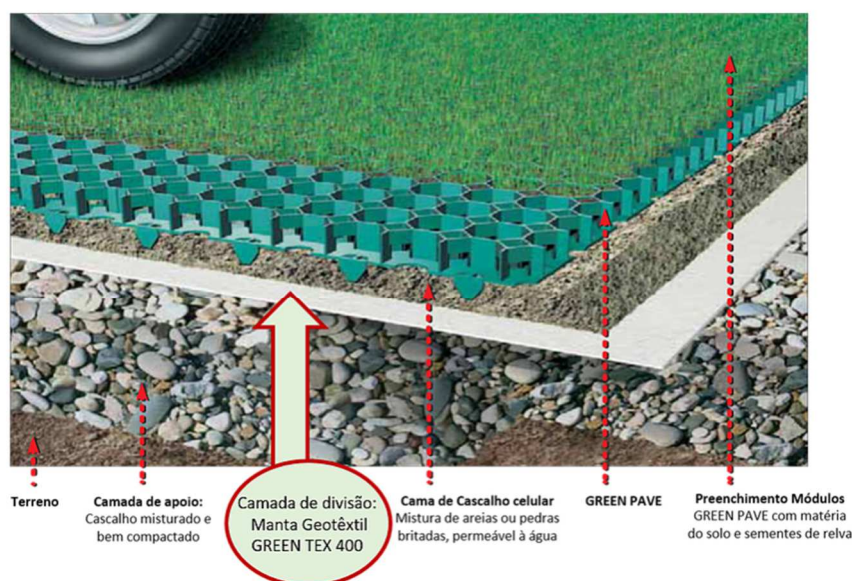


Fig. 5.2 – Estrutura de pavimento com grelhas de arrelvamento – exemplo 1 (<https://www.urbangreen.pt>).

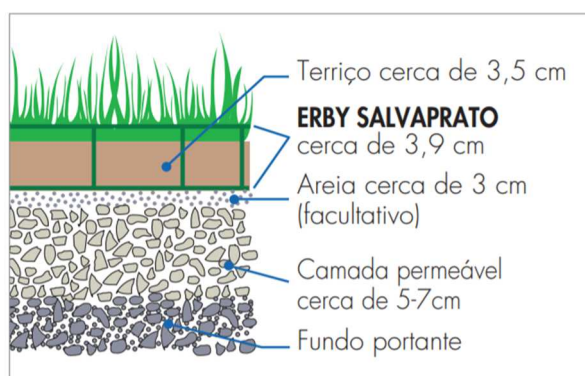


Fig. 5.3 – Estrutura de pavimento com grelhas de enlramento – exemplo 2 (Salvaprado).

5.3.1.3 AQUATSTONE

Este material é um dos recomendados pela CMP, no seu Manual de Recomendações e Boas Práticas, elaborado pela DMU (Direção Municipal do Urbanismo, 2017).

Indicam-se, em seguida, as principais características deste material (<http://www.aquastone.info/>):

- Sistema de pavimentação poroso aplicável nos projetos de paisagismo e proteção do solo, em caldeiras de árvores, pavimentos, passeios pedonais, parques, etc.;
- O agregado usa a resina *Aquastone* misturada com gravilhas, areão ou vidro reciclado, que resulta numa superfície decorativa para passeios, caldeiras de árvores e outros locais que necessitem de um pavimento poroso, que não impermeabilize o solo;
- A resina *Aquastone* é uma resina epoxy destinada a ligar inertes seleccionados tornando-se uma superfície compacta atrativa, porosa e de longa duração. É incolor, adquire a cor do agregado. A textura e cor do pavimento são dadas pela gravilha escolhida;
- O ligante de resina *Aquastone* agrega qualquer tipo de inerte com granulometria 2-10 mm, podendo, inclusivamente, utilizar vidro, pedra colorida ou outro;
- Permeabilidade: 100 %;
- Solubilidade em água: Insolúvel;
- Persistência e degradabilidade: não degradável;
- U.V.: resistente;
- Potencialidade de bio-acumulação: 0.

Na Fig. 5.4, apresentam-se exemplos de materiais que podem ser utilizados para constituir o *Aquastone*.



Fig. 5.4 – Exemplos de materiais (*Aquastone*) (<http://www.aquastone.info/>).

De acordo com o relatório de ensaio de permeabilidade, e as condições neste mencionadas, obtiveram-se os seguintes valores para os coeficientes de permeabilidade (Laboratório de Geotecnia e Materiais de Construção, 2012):

$$K_v = 0,0069 \text{ m/s}$$

$$K_h = 0,0045 \text{ m/s}$$

em que K_v é o coeficiente de permeabilidade vertical e K_h é o coeficiente de permeabilidade horizontal.

Para além das características do revestimento propriamente dito, haverá que assegurar toda a estrutura do pavimento que, no seu conjunto, viabilize o funcionamento do revestimento e garanta a permeabilidade anunciada.

O pavimento deverá ser constituído pelas seguintes camadas (Aquastone - pavimento permeável, -):

- Terreno compactado;
- Geotêxtil 200 g/m² (funciona como camada de separação);
- Camada de brita de granulometria 4-6 cm, numa espessura mínima de 5-7 cm, com regularização e acabamento em brita mais fina na granulometria 2-6 mm tipo "bago de arroz";
- Agregado do inerte escolhido com resina 100% drenante Aquastone ou equivalente:
 - Áreas pedonais: espessura de 2,5 cm;
 - Áreas de circulação automóvel: espessura de 5 cm.

Na Fig. 5.5, ilustra-se a estrutura de pavimento, constituída pela camada de revestimento (pavimento *Aquastone*), camada drenante em brita, camada de geotêxtil e terreno compactado (<http://www.aquastone.info/>).

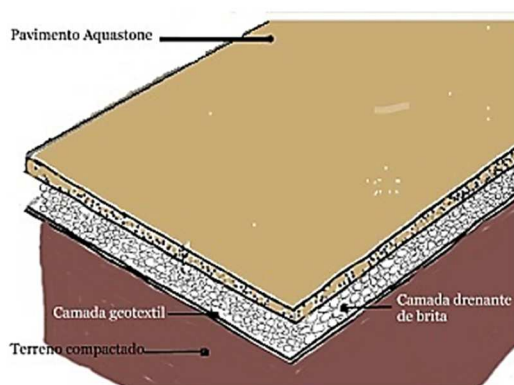


Fig. 5.5 – Estrutura do pavimento com revestimento “*Aquastone*” (<http://www.aquastone.info/>).

5.3.1.4 TERRAWAY

Este material é um dos recomendados pela CMP, no seu Manual de Recomendações e Boas Práticas, elaborado pela DMU (Direção Municipal do Urbanismo, 2017).

De acordo com a ficha técnica do material, este pavimento apresenta as seguintes características: (Jardins & Afins, - a):

- É obtido através da junção de resina bicomponente com inertes;
- Está indicado para zonas de circulação pedonal, automóvel e de bicicletas;
- O respetivo “ensaio de capacidade drenante”, indica uma capacidade drenante média de 99,5%, ou seja, é praticamente permeável.

O fabricante indica ainda os seguintes requisitos ao nível da base e da sub-base, para uso pedonal e para uso automóvel, conforme (Fig. 5.6) e (Fig. 5.7), respetivamente (Jardins & Afins, - -b).

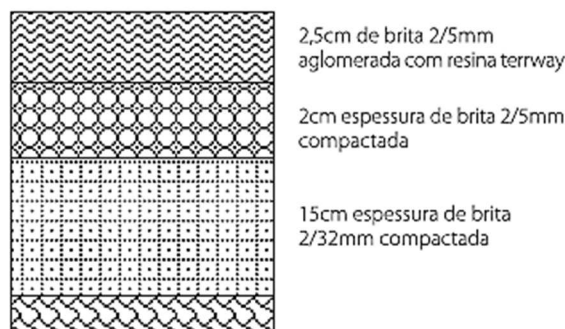


Fig. 5.6 – Estrutura de pavimento com revestimento “Terraway” (uso pedonal) (<https://jardineseafins.com>).

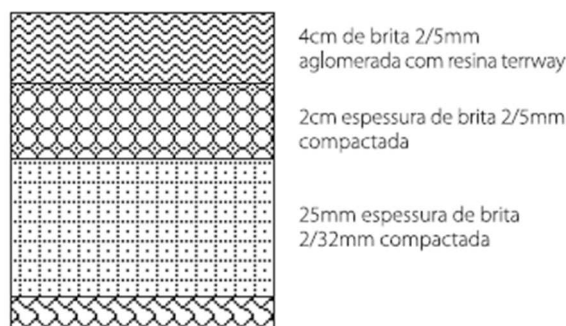


Fig. 5.7 - Estrutura de pavimento com revestimento “Terraway” (uso automóvel) (<https://jardineseafins.com>).

Este critério, para além de não especificar os fatores com que entra em conta, é muito generalista para o caso da circulação automóvel, dado que as cargas e as frequências em causa podem ser muito variáveis, obrigando a um dimensionamento mais exigente.

Nas imagens seguintes, apresenta-se o aspeto do material: revestimento (Fig. 5.8) e após colocação (Fig. 5.9) (<https://jardineseafins.com>).



Fig. 5.8 – Revestimento “Terraway” (<https://jardinseafins.com>).



Fig. 5.9 – Estrutura de pavimento com revestimento em “Terraway”, após colocação (<https://jardinseafins.com>).

5.3.1.5 BETUMINOSO POROSO

Neste tipo de pavimento, a camada superior de revestimento betuminoso é composta de forma similar às convencionais, mas com retirada de fração de areia fina (graduação aberta) da mistura dos agregados do pavimento. É conhecida como "camada porosa de asfalto" (CPA) (Gonçalves & Oliveira, 2014).

Essa graduação resulta numa mistura betuminosa que pode conter de 18% a 25% de vazios, permitindo a rápida percolação da água (Fig. 5.10).

Além da sua função na estrutura permeável, o CPA apresenta outras vantagens como o aumento da aderência pneu-pavimento e a redução de ruído (Bernucci et. al., 2008).



Fig. 5.10 – Percolação através do asfalto poroso (Gonçalves & Oliveira, 2014).

Na Fig. 5.11, indica-se uma estrutura de pavimento permeável, com revestimento em betuminoso poroso (também aplicável ao betão poroso, incluído no ponto seguinte).

Os pavimentos com camada de desgaste porosa têm ainda vantagens em termos de segurança rodoviária no período de chuva, pela redução dos riscos de aquaplanagem, de projeção de água, da melhoria da visibilidade das marcas nas vias, e da qualidade ambiental, permitindo por exemplo a redução dos níveis de ruído de circulação (A. Costa, 2010).

Este tipo de pavimento permite a infiltração no solo e o retorno ao lençol freático. O volume em excesso fica retido na camada granular até que o solo seja capaz de infiltrar toda a água, tendo efeito semelhante às obras utilizadas para retenção, mas em menor escala, e sendo distribuído em todo o pavimento.

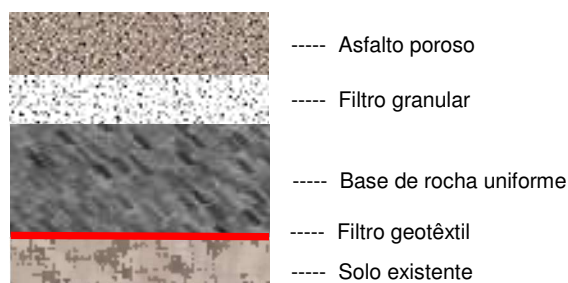


Fig. 5.11 - Estrutura de pavimento (revestimento em betão ou asfalto poroso) (A. Costa, 2010).

5.3.1.6 BETÃO POROSO

A camada superior de betão poroso é composta a partir de um conceito similar ao do CPA, com retirada de fração de areia fina da mistura dos agregados do pavimento.

Como resultado, consegue-se de 15% a 25% de vazios, proporcionando a percolação (Fig. 5.12). Por esta razão, este pavimento apresenta menor resistência em relação ao betão comum, pelo que é indicado para locais de tráfego leve ou pouco intenso (Gonçalves & Oliveira, 2014).



Fig. 5.12 - Percolação através do betão poroso (Gonçalves & Oliveira, 2014).

O betão permeável consegue responder mais rapidamente ao escoamento das chuvas, permitindo que boa parte do volume precipitado infiltre, antes que ocorra a sua acumulação na superfície do pavimento (Evaristo et al., 2017).

5.3.1.7 PARALELEPÍPEDOS DE BETÃO OU GRANITO

Os blocos de betão também possuem permeabilidade, cuja magnitude depende da permeabilidade do betão do bloco em si e da granulometria do material de assentamento e das juntas.

Contudo, a permeabilidade desse tipo de pavimento, que já de si é menor que a dos demais tipos de pavimento permeável, diminui com o tempo e chega a atingir metade do valor original, após apenas cinco anos de vida em média (Gonçalves & Oliveira, 2014).

Relativamente às juntas, as peças devem ser assentes com juntas alargadas através de espaçadores incorporados, com espessura entre 6 mm e 10 mm. Isto irá proporcionar áreas abertas entre 7% e 10%,

suficientes para que toda área do pavimento seja considerada permeável (Associação Brasileira de Cimento Portland, -).

No que diz respeito à granulometria do material utilizado na camada de assentamento e no material das juntas, o respetivo coeficiente de permeabilidade deve ser, no mínimo, $3,5 \times 10^{-3}$ m/s. Este valor está diretamente relacionado com o teor dos finos do agregado, que tem que ser menor que 3% na peneira com abertura de malha de 0,075 mm.

Recomenda-se a utilização de materiais com as características apresentadas na Tabela 5.1 (Associação Brasileira de Cimento Portland, -).

Tabela 5.1 – Granulometria do material (para assentamento e preenchimento das juntas) (Associação Brasileira de Cimento Portland, -).

Abertura de malha da peneira (mm)	Percentagem retida de material (%)	
	Camada de assentamento	Material das juntas
12,50	0	---
9,50	0 a 15	0
4,75	70 a 90	0 a 15
2,36	90 a 100	60 a 90
1,16	98 a 100	90 a 100
0,30	---	95 a 100

O dimensionamento é efetuado para um determinado período temporal, após o qual será necessário realizar ações de manutenção para reabilitar a capacidade de percolação da água através do pavimento (Associação Brasileira de Cimento Portland, -).

Em zonas urbanas, a colmatção das juntas é função de fatores locais, como a variedade e a quantidade de material pulverulento depositado. O tráfego também interfere na colmatção, visto que, onde existe tráfego intenso, há uma sucção provocada pela passagem de veículos, que tende a “descolmatar” os vazios (Martins, 2014).

A sub-base inferior deverá ser constituída por gravilha compactada com uma espessura de 15 cm a 20 cm, dependendo da intensidade de utilização. A limpeza superficial periódica deve ser efetuada com água de alta pressão, a fim de libertar os vazios obstruídos com poeiras ou outros materiais, que reduzem a sua eficácia ao longo do tempo (Martins, 2014).

Em relação à estereotomia do material, regista-se que:

- Em zonas pedonais, é possível a criação de vários arranjos, pois o padrão de alinhamento não é relevante;
- Em zonas de circulação automóvel, deve ser adotada a disposição em espinha-de-peixe pois tem maior capacidade de travamento. As peças devem ser alinhadas com o eixo da via segundo um ângulo de 45° (Fig. 5.13) ou 90° (Fig. 5.14). Nas zonas de curva ou esquinas, deve manter-se o alinhamento (Martins, 2014).

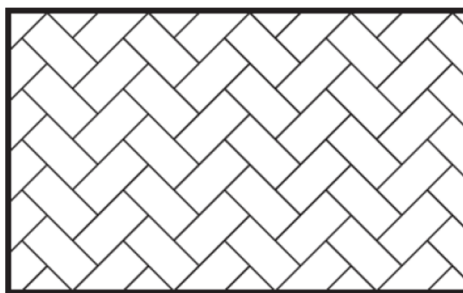


Fig. 5.13 – Estereotomia em espinha de peixe a 45º (Martins, 2014).

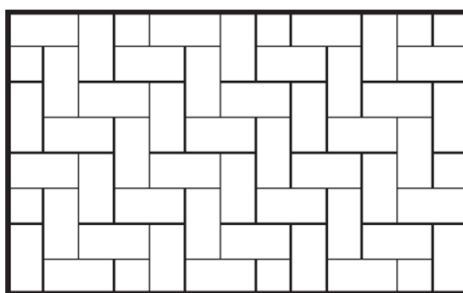


Fig. 5.14 - Estereotomia em espinha de peixe a 90º (Martins, 2014).

A aplicação deste tipo de solução, associado a valas de drenagem ou trincheiras de infiltração (ponto 5.2.2.2), é uma solução duradoura, permitindo o tráfego de pesados, indicada, por exemplo, para supermercados e centros comerciais (Comissão Europeia, 2012).

Relativamente aos paralelepípedos em granito, as considerações em relação à permeabilidade e ao material granular de assentamento são similares às dos blocos de betão, apresentadas anteriormente. A principal diferença é que, neste caso, a permeabilidade do material em si não pode ser considerada, atendendo à natureza rochosa, enquanto para os blocos é possível utilizar betão poroso como forma de melhorar o desempenho do sistema (Gonçalves & Oliveira, 2014).

5.3.1.8 BLOCOS DE BETÃO ARTICULADOS

Os blocos de betão articulado têm uma grande capacidade de infiltração, devido à presença de articulações unidirecionais.

As peças foram projetadas para trabalhar em conjunto de forma exclusivamente encaixada, dispensando qualquer tipo de material junta de refechamento (Ono et al., 2017).

Nas Fig. 5.15 e Fig. 5.16, podem observar-se as vistas longitudinal e isométrica, respetivamente, deste tipo de solução.



Fig. 5.15 - Vista longitudinal do bloco de betão (Ono et al., 2017).

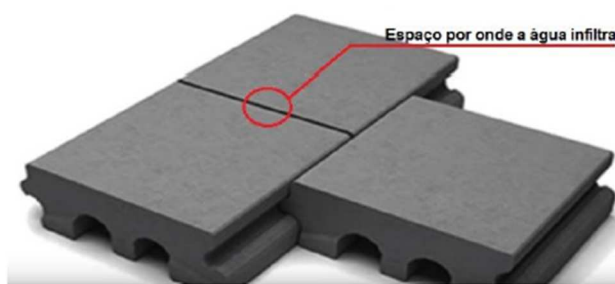


Fig. 5.16 – Vista isométrica dos blocos de betão (Ono et al., 2017).

Em Maio de 2016, foi realizada no Brasil, a primeira pista experimental de blocos de betão unidirecionalmente articulados, nas seguintes condições:

- Ensaio foi feito numa área de estacionamento para veículos leves;
- Pavimento recém-construído (1 mês de uso com médio tráfego de circulação);
- Pavimento livre da influência da colmatação gerada ao longo do tempo;
- Blocos de betão com 8 cm de espessura;
- Camada de areia de assentamento de 3 cm de espessura;
- Manta geotêxtil para evitar a perda de material fino;
- Base em brita com 20 cm de espessura;
- Sub-base impermeabilizada com geomembrana de polietileno, garantindo que toda água infiltrada no pavimento fosse direcionada para os drenos (Ono et al., 2017).

Os objetivos deste estudo foram os seguintes:

- Avaliação da taxa de infiltração *in situ*;
- Comparação dos resultados obtidos com este tipo de material e com betuminoso poroso (5.2.1.6);
- Influência de dois tipos de materiais de base: agregado reciclado e agregado natural (Ono et al., 2017).

Conforme já referido, o material de revestimento, só por si, não constituiu uma solução permeável. As imagens seguintes ilustram as várias camadas do pavimento e explicitam a forma como a água é drenada

através deste. Na Fig. 5.17, apresenta-se a secção transversal e na, Fig. 5.18, a secção longitudinal da estrutura de pavimento.

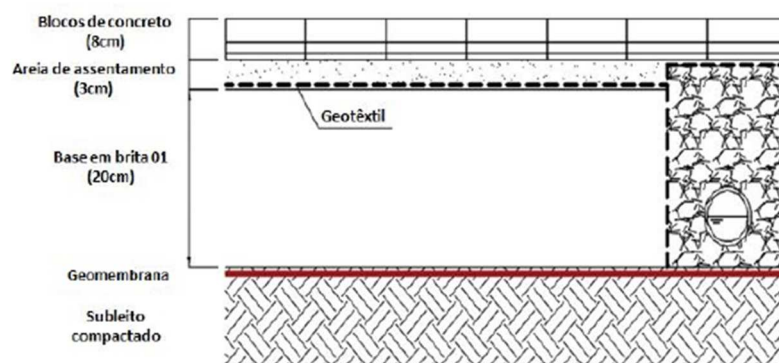


Fig. 5.17 – Secção transversal da estrutura do pavimento (Ono et al., 2017).

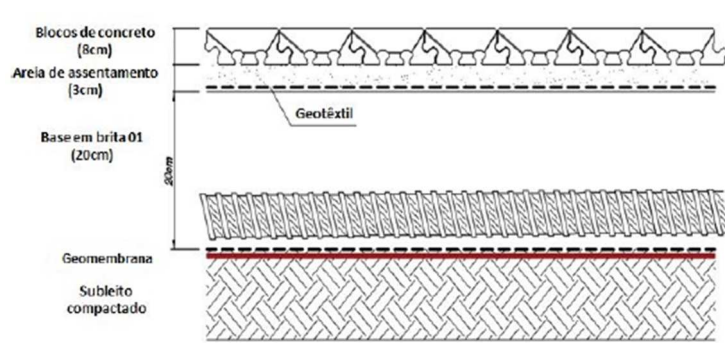


Fig. 5.18 - Secção longitudinal da estrutura do pavimento (Ono et al., 2017).

Em termos de resultados, o pavimento apresentou uma taxa de infiltração de $4,89 \times 10^{-3}$ m/s, valor considerado alto e bastante satisfatório, podendo ser comparado à permeabilidade de brita (Ono et al., 2017).

Na Fig. 5.19, resumem-se os fatores que contribuíram para que a taxa de infiltração deste ensaio fosse tão elevada, situação que nem sempre consegue ser garantia em “ambiente real”.



Fig. 5.19 – Fatores que contribuem para uma taxa de infiltração elevada.

5.3.1.9 BLOCOS DE BETÃO VAZADOS

A estrutura do pavimento com revestimento em blocos de betão vazado (Fig. 5.20), deve cumprir o seguinte (Gonçalves & Oliveira, 2014):

- Camada de assentamento em material granular (areia, por exemplo);
- Preenchimento dos orifícios com vegetação rasteira (grama, por exemplo);
- Geotêxtil sob a camada de areia, para prevenir a deslocação da areia para as camadas inferiores;
- Camadas inferiores em material granular.



Fig. 5.20 – Blocos de betão vazados e preenchidos com vegetação (exemplo) (Gonçalves & Oliveira, 2014).

Na Fig. 5.21, indica-se uma estrutura de pavimento permeável, com revestimento em blocos de betão com orifícios verticais, preenchidos com areia grossa.

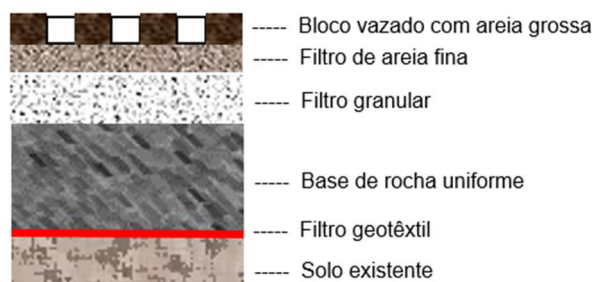


Fig. 5.21 – Estrutura de pavimento (revestimento em blocos de betão com orifícios verticais) (A. Costa, 2010).

5.3.1.10 COMPARAÇÃO DE PAVIMENTOS

Para os revestimentos dos pavimentos permeáveis, o parâmetro que permite avaliar corretamente o seu desempenho - tanto para o dimensionamento, como para acompanhamento durante a vida útil - é o coeficiente de permeabilidade (K), calculado a partir da Lei de Darcy (assunto já desenvolvido no capítulo 3).

Revestimentos permeáveis devem possuir um coeficiente de permeabilidade superior a 10^{-5} m/s (Gonçalves & Oliveira, 2014).

Através de um estudo experimental, procurou-se simular chuvas sobre diferentes tipos de superfície, de modo a determinar a infiltração e o escoamento superficial. As superfícies escolhidas foram as seguintes (Gonçalves & Oliveira, 2014):

1. Solo compactado com inclinação de 1% a 3%;
2. Pavimento semipermeável - blocos de betão com inclinação de 2%;
3. Pavimento semipermeável - paralelepípedos de granito com inclinação de 4%;
4. Pavimento impermeável de betão convencional e inclinação de 4%;
5. Pavimento permeável: blocos de betão vazados, preenchidos com material granular (areia) e com inclinação de 2%;
6. Pavimento permeável: betão poroso, com inclinação de 2%.

Como resultado das simulações, observaram-se os valores do escoamento superficial contantes do gráfico da Fig. 5.22, em que, cada tipo de situação atrás descrita, tem assinalado o mesmo número, de modo a ser mais fácil fazer a correspondência, análise e comparação (Gonçalves & Oliveira, 2014).

Os pavimentos identificados com os números 5 e 6 são permeáveis e encontram-se instalados com uma inclinação de 2%. Por esta razão, o escoamento superficial inicia sensivelmente ao fim de 3 minutos da simulação da chuva, mantendo-se depois praticamente constante ao longo do tempo.

Comparando os pavimentos identificados com os números 4 e 6, apesar da inclinação ser superior, o betão poroso apresenta um escoamento superficial reduzido e praticamente constante.

Nos casos 2 e 6, a inclinação é a mesma e igual a 2% mas os diferentes materiais de revestimento em betão têm permeabilidades diferentes. No caso do betão impermeável, verifica-se que logo ao fim de um minuto inicia-se o escoamento superficial, que chega a atingir mais de 100 mm/h.

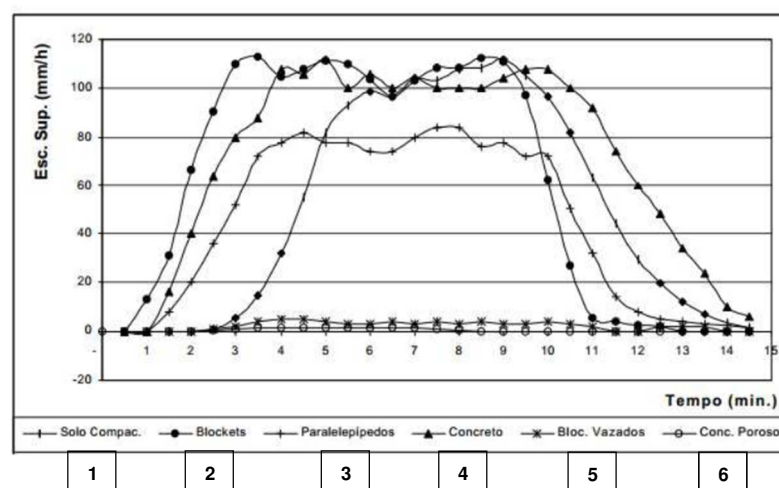


Fig. 5.22 - Escoamento superficial em função do tempo (Gonçalves & Oliveira, 2014).

Na Tabela 5.2, apresentam-se os coeficientes de escoamento resultantes para cada revestimento, concluindo-se que os materiais que conduzem a menores escoamentos superficiais, têm menores coeficientes de escoamento.

Tabela 5.2 - Coeficientes de escoamento resultantes para cada revestimento (Gonçalves & Oliveira, 2014).

N.º	Revestimento	Inclinação	Chuva total (mm)	Escoamento total (mm)	Coeficiente de escoamento
1	Solo compactado	1% a 3%	18,66	12,32	0,66
2	Blocos de betão	2%	19,33	15,00	0,78
3	Paralelepípedos de granito	4%	18,33	10,99	0,60
4	Betão convencional	4%	18,33	17,45	0,95
5	Blocos de betão vazados	2%	18,33	0,50	0,03
6	Betão poroso	2%	20,00	0,01	0,005

Os resultados mostram a contribuição positiva de sistemas permeáveis, mesmo em comparação com uma superfície sem intervenção urbana (solo compactado). Pelo método racional ($Q = c.i.A$), quanto menor o coeficiente de escoamento c , menor o escoamento superficial direto.

Na Fig. 5.23 apresenta-se a comparação dos seguintes materiais: relva ou solo arenoso, relva com grilha, grelhas de enrelvamento (plástico), grelhas de enrelvamento (betão), superfícies de macadame, pavimentos de betão permeável, betuminoso poroso e betuminoso convencional. São avaliados parâmetros como a aplicação, os benefícios, as limitações, a superfície impermeabilizada, o coeficiente de escoamento e os custos. Os custos dos materiais tiveram em conta o material e a mão-de-obra e foram comparados com os custos de referência do betuminoso em 2010, a que equivalia cerca de 40€/m² (Comissão Europeia, 2012).

Dependendo do contexto em que se inserem, e do tipo de condicionantes existentes, deverá optar-se por um ou outro material. Exemplificando, e partindo da informação da Fig. 5.23, se o pavimento se destinar a zonas pedonais, todos os pavimentos (à exceção da relva), são adequados. Por outro lado, se o pavimento implicar circulação de tráfego rodoviário, terá que optar-se por grelhas de enlramento de betão⁴, betuminoso⁵ poroso ou betuminoso. Em termos de drenagem, é preferível optar por betuminoso poroso do que recorrer à aplicação de betão permeável. As limitações para as pessoas com mobilidade condicionada são muito importantes, devendo sempre prever-se uma área / alternativa que se adequa às suas necessidades. Em relação aos custos, todas as soluções são mais económicas que o betuminoso, à exceção do betão permeável e do betuminoso poroso, que podem tornar-se ligeiramente mais dispendiosos.

	Peões	Parque de estacionamento, veículos pequenos	Parque de estacionamento, veículos médios	Tráfego rodoviário	Aspeto visual	Possibilidade de vegetação	Possibilidade de drenagem intensa	Materiais regionais	Melhoria do microclima	Grandes exigências de manutenção	Falta de conforto para caminhar	Inadequação para estacionamento de deficientes	Acumulação de lama	Formação de poeira	Superfície não impermeabilizada	Coefficiente de escoamento	Custos*: asfalto = 100%
	Aplicação				Benefícios				Limitações								
Relva, solo arenoso					+++	+++	+++	+++	+++			+++	+++		100%	<0.1	<2%
Relva com gravilha	Y	Y	Y		++	++	++	+++	++	+	+	+			100%	0.1-0.3	50-60%
Grelhas de enlramento (plástico)	Y	Y			++	++	++	+	++	++	++	++	+		90%	0.3-0.5	75%
Grelhas de enlramento (concreto)	Y	Y	Y	Y	++	++	+	+++	++	++	++	++	+		40%	0.6-0.7	75-100%
Superfícies de macadame	Y	Y	Y		+		+	+++		++	+	+	++	++	50%	0.5	50%
Pavimentos de concreto permeável	Y	Y	Y		+		+	+++	+	+					20%	0.5-0.6	100-125%
Asfalto poroso	Y	Y	Y	Y			++								0%	0.5-0.7	100-125%
Asfalto	Y	Y	Y	Y											0%	1.0	100%

Fig. 5.23 – Comparação de materiais (Comissão Europeia, 2012).

5.3.1.11 CONSTRUÇÃO, ENVELHECIMENTO E MANUTENÇÃO

Para que o pavimento permeável cumpra a sua função, há que garantir que a execução e a manutenção são efetuadas da forma correta.

Assim, é fundamental cumprir as indicações do fabricante e as considerações técnicas associadas a esta matéria. Indicam-se, em seguida, alguns dos aspetos a ter em conta (Parra & Teixeira, 2015):

- Instalação da rede de drenagem antes da colocação da manta geotêxtil;
- Avaliação das camadas de base e sub-base do pavimento;
- Avaliação das características e controlo da compactação do solo, garantindo a permeabilidade definida;

⁴ Na Fig. 5.23 refere-se “concreto” em vez de “betão”

⁵ Na Fig. 5.23 refere-se “asfalto” em vez de “betuminoso”

- Utilização do índice pluviométrico do local para o dimensionamento das camadas drenantes (com especial atenção para solos argilosos);
- Procurar manter situações de pré-ocupação, com vegetação local;
- Avaliação do coeficiente de infiltração, através de ensaios;
- Verificação técnica dos ensaios de permeabilidade apresentados pelos fornecedores, que acabam por utilizar a metodologia que mais lhes convém;
- Adequado nivelamento das peças que constituem o revestimento;
- Garantir a manutenção do pavimento, uma vez que, ao longo do tempo, a estrutura colmata e vai perdendo a capacidade de infiltração (que estabiliza a partir de certa altura);
- Substituição do material de refechamento das juntas, para que o pavimento retome a sua capacidade de infiltração;
- Anualmente, realização de limpeza, retirando os sedimentos acumulados e a vegetação que cresce entre as juntas.

Na Fig. 5.24, apresenta-se a evolução das juntas do pavimento em função do tempo e os cuidados a ter na sua manutenção.

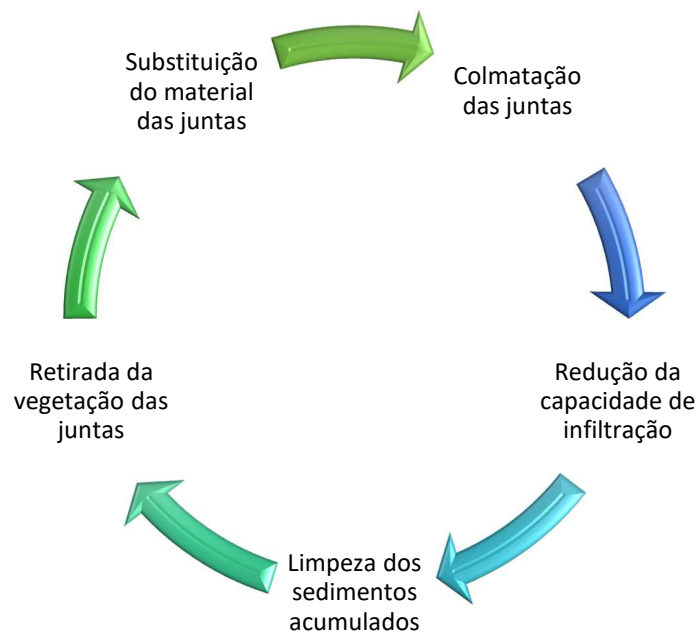


Fig. 5.24 – Evolução das juntas do pavimento em função do tempo.

Os sedimentos que se acumulam no pavimento tendem a diminuir a infiltração ao longo dos anos, verificando-se que, num período de 10 anos, o pavimento permeável tem uma redução de 90% da sua capacidade de infiltração (Parra & Teixeira, 2015).

Neste contexto, é importante recordar os fatores que influenciam a velocidade de infiltração da água, de modo que possam ser tidos em conta nos planos de manutenção (Fig. 5.25) (Associação Brasileira de Cimento Portland, -).



Fig. 5.25 – Fatores que influenciam a velocidade de infiltração da água (Associação Brasileira de Cimento Portland, -).

Na avaliação do desempenho do pavimento permeável, devem observar-se os pontos constantes do esquema da Fig. 5.26 (Associação Brasileira de Cimento Portland, -).

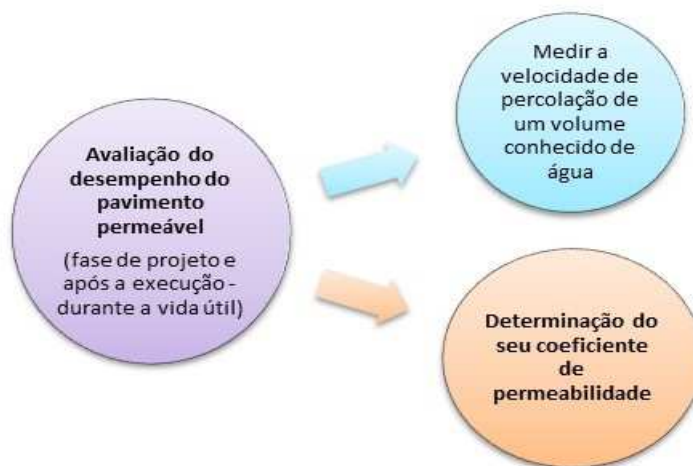


Fig. 5.26 – Avaliação do desempenho do pavimento permeável.

No caso do município do Porto, e dependendo do local de aplicação, da pressão do tráfego, da qualidade da construção, da manutenção e de outros fatores, o estado dos pavimentos é muito variável, influenciando de forma efetiva, o índice de permeabilidade para o qual foram pensados ou dimensionados.

Na Tabela 5.3, ilustram-se alguns exemplos, localizadas em passeios e baias de estacionamento, na avenida dos Aliados, na rua de Rodrigues Sampaio, na praça do Bom Sucesso e na rua dos Clérigos, no Porto.

Tabela 5.3 - Exemplos de pavimentos em passeios.

Tipo de material	Estado das juntas	Localização	Fotografia
Cubo de granito	Juntas preenchidas com vegetação	Baia de estacionamento	
Cubo serrado	Juntas em argamassa	Passeio	
Caldeira em saibro compactado, delimitada com lajeado	Índice de compactação impede a infiltração	Passeio	
Caldeira em betão, delimitada com lajeado	Material impede a infiltração e o próprio crescimento da árvore	Passeio	
Mibro-cubo de basalto	Traço seco	Passeio	

Tipo de material	Estado das juntas	Localização	Fotografia
Cubo de granito serrado	Traço seco	Passeio	
Betonilha esquartelada	Refundadas mas, no mesmo material	Passeio	

Na Tabela 5.4 , apresentam-se exemplos com revestimento em cubo de granito, localizados em em faixa de rodagem, na avenida dos Aliados e na rua de Rodrigues Sampaio, no Porto.

Tabela 5.4 – Exemplos de pavimentos em faixa de rodagem, com revestimento em cubo de granito.

Estado das juntas	Fotografia
Colmatadas com materiais diversos	
Preenchidas com material betuminoso	

Estado das juntas	Fotografia
Folhas / resíduos das árvores	

5.3.1.12 VANTAGENS E LIMITAÇÕES

Os pavimentos permeáveis podem solucionar ou minimizar os efeitos, auxiliando no controle direto na fonte, e funcionando como medida compensatória na drenagem urbana (Ono et al., 2017).

Em ensaios efetuados a este tipo de pavimentos, em que foi comparado o volume precipitado sobre a estrutura de ensaio, o volume escoado superficialmente e a vazão de infiltração nessa estrutura, conclui-se que a estrutura apresentou comportamento satisfatório aquando da ocorrência de precipitações de elevada intensidade e de curta duração (Sales, 2008), que são as mais preocupantes em termos de drenagem urbana.

Na Fig. 5.27, apresentam-se as vantagens da aplicação de pavimentos permeáveis (Gonçalves & Oliveira, 2014) e (Evaristo et al., 2017).



Fig. 5.27 – Vantagens dos pavimentos permeáveis (Gonçalves & Oliveira, 2014).

No entanto, este tipo de pavimentos também apresenta importantes limitações (Fig. 5.28) - (Gonçalves & Oliveira, 2014) e (Comissão Europeia, 2012).

Quando o solo do subleito tem baixa permeabilidade ou o nível do lençol freático é alto, o sistema permeável tem a função de um poço de detenção e deve ser previsto sistema de drenagem com tubos perfurados e espaçados de 3 a 8 m para a condução da água à rede de drenagem. O sistema deve prever o esgotamento do "poço" em período de 6 a 12 horas (Gonçalves & Oliveira, 2014).

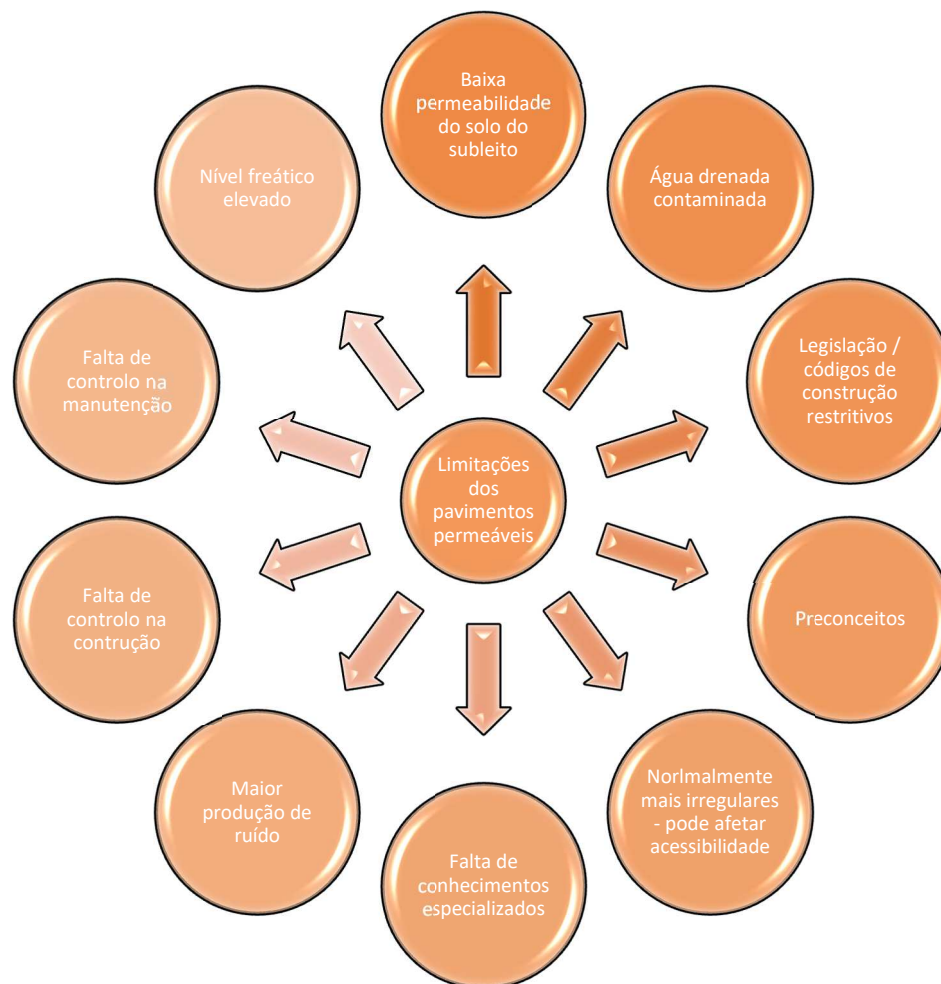


Fig. 5.28 - Limitações para o emprego de pavimentos permeáveis (Gonçalves & Oliveira, 2014) e (Comissão Europeia, 2012).

5.3.1.13 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

O dimensionamento da estrutura do pavimento permeável envolve a determinação do volume drenado pela superfície ou por outra área contribuinte, cujo volume escoe para a área do pavimento.

A precipitação de projeto é obtida com base no tempo de retorno de projeto e da equação IDF (intensidade, duração e frequência) do local (Gonçalves & Oliveira, 2014).

Para uma estrutura permeável de infiltração total (sem tubos de drenagem internos), o reservatório de pedras interno deve garantir a acomodação do volume de água da chuva de projeto menos o volume infiltrado durante a chuva.

O volume retido pelo pavimento poroso pode ser estimado pela expressão (5.1) (Gonçalves & Oliveira, 2014).

$$V_R = (i_p + c - i_e) \times t_d \quad (5.1)$$

em que V_R é o volume de chuva a ser retido pelo reservatório (em mm), i_p é a intensidade máxima da chuva de projeto (em mm/h), i_e representa a taxa de infiltração no solo (em mm/h), t_d é o tempo de duração da chuva (em horas) e c é o fator de contribuição de áreas externas ao pavimento permeável.

O fator c é determinado pela expressão (5.2).

$$c = \frac{i_p \times A_c}{A_p} \quad (5.2)$$

onde A_c é a área externa de contribuição para o pavimento permeável e A_p é a área de pavimento permeável.

Por fim, a profundidade do reservatório interno de pedras do pavimento é dada pela expressão (5.3).

$$H = \frac{V_R}{f} \quad (5.3)$$

onde H é a profundidade do reservatório de pedras (em mm) e f é a porosidade do material.

A porosidade f pode ser determinada pela equação (5.4).

$$f = \frac{V_L \times V_G}{V_T} \quad (5.4)$$

Onde V_L é o volume de líquidos, V_G equivale ao volume de vazios e V_T traduz o volume total da amostra.

Para o material recomendado para o reservatório (britas 3 e 4), a porosidade será da ordem de 40% a 50%.

Os pavimentos permeáveis, considerando a relação entre a intensidade de chuva de projeto e a condutividade hidráulica da estrutura (a segunda sempre maior que a primeira), só são viáveis para taxas

de infiltração superior a 7 mm/h. Uma amostragem representativa do solo do subleito seria a realização de sondagens a profundidades de 0,6 a 1,2 m abaixo do reservatório de pedras britadas (agregados). A camada impermeável ou o nível do lençol freático deve estar, pelo menos, 1,2 m abaixo da estrutura do pavimento. Por questões construtivas, recomenda-se que o reservatório tenha uma profundidade mínima de 15 cm.

5.3.2 OUTROS SISTEMAS CONVENCIONAIS

5.3.2.1 PAVIMENTOS COM ESTRUTURA RESERVATÓRIO

Os pavimentos com estrutura reservatório apresentam características semelhantes aos pavimentos porosos, uma vez que permitem igualmente a infiltração de águas pluviais através da sua superfície.

A diferença reside na camada base “modificada”, onde poderá ocorrer armazenamento das escorrências recolhidas, sendo posteriormente conduzidas para um sistema de drenagem ou infiltrados no solo (A. Costa, 2010).

5.3.2.2 TRINCHEIRAS DE INFILTRAÇÃO

As trincheiras de infiltração consistem em valas estreitas escavadas no solo, com profundidade até 1 m e enchimento adequado, que pode ser brita, blocos, estruturas alveolares em plástico ou módulos de infiltração com uma camada de geotêxtil na base, ou ainda por materiais para reutilização, como pneus, de forma a garantir uma adequada percentagem de vazios para o armazenamento temporário da água pluvial.

A água retida pode infiltrar-se no solo pela base e/ou pelas paredes da estrutura, ou ser encaminhada para o sistema de drenagem (Fig. 5.29) (A. Costa, 2010). Na Fig. 5.30, apresenta-se um exemplo de uma trincheira de infiltração.

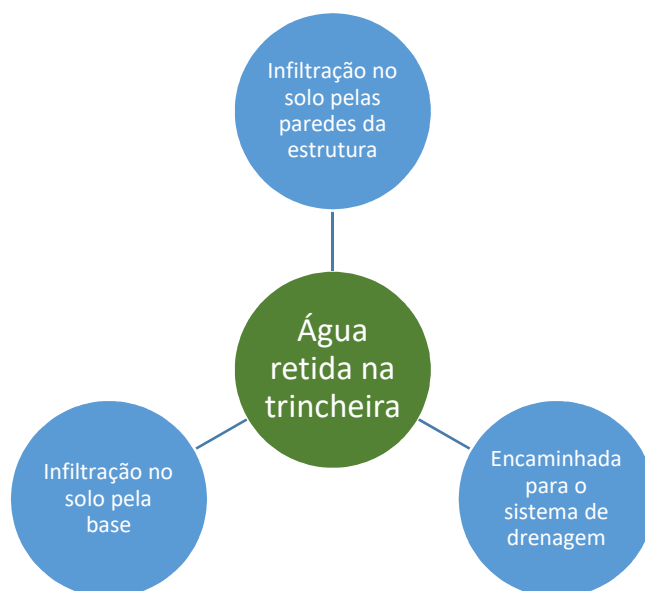


Fig. 5.29 – Destino da água retirada da trincheira (A. Costa, 2010).



Fig. 5.30 – Aspeto geral de uma trincheira de infiltração (A. Costa, 2010).

5.3.2.3 BACIAS DE RETENÇÃO / INFILTRAÇÃO

As bacias de retenção destinam-se a regularizar, através do armazenamento, os caudais afluentes, garantindo o escoamento a jusante de caudais compatíveis com a capacidade do sistema, reduzindo assim os riscos de inundações.

Paralelamente, estas bacias podem viabilizar a infiltração dos volumes retidos, através do fundo e dos taludes, o que favorece a recarga de aquíferos ou a constituição de reservas de água para rega e combate a incêndios (A. Costa, 2010).

A inserção destas infraestruturas no tecido urbano pode contribuir igualmente para uma integração paisagística, pois proporciona a criação de zonas verdes e de interesse recreativo.

A principal desvantagem diz respeito à necessidade de uma área de implantação relativamente elevada, quando comparada com outras soluções de controlo na origem (A. Costa, 2010).

Este tipo de soluções tem ainda a vantagem de beneficiar o microclima local, através do aumento da evapotranspiração (Comissão Europeia, 2012).

5.3.2.4 RESERVATÓRIOS

Os reservatórios de regulação são bacias de retenção enterradas, que também contribuem para a melhoria das condições ambientais do sistema, uma vez que a retenção e sedimentação no seu interior minimiza os efeitos da descarga de cargas poluentes diretamente no meio recetor (A. Costa, 2010).

Estas bacias, pouco profundas, captam as águas pluviais das zonas circundantes, podendo servir para armazenamento temporário, para posterior utilização na rega de jardins ou para substituir a água potável utilizada no autoclismo (Comissão Europeia, 2012).

5.3.2.5 POÇOS ABSORVENTES

Os poços absorventes são infraestruturas que permitem a infiltração direta das águas pluviais no solo. Apresentam a vantagem de poderem ser aplicados em locais onde a camada superficial do solo é pouco permeável (zonas urbanizadas, terrenos superficialmente impermeáveis) mas que dispõem de boa capacidade de infiltração na camada mais profunda do solo (A. Costa, 2010).

Os inconvenientes dos poços absorventes prendem-se com a escala reduzida dos efeitos de armazenamento, a necessidade de manutenção regular e frequente para evitar fenómenos de colmatagem, e os eventuais riscos de contaminação de águas subterrâneas (A. Costa, 2010).

5.3.3 SISTEMAS ALTERNATIVOS

5.3.3.1 COBERTURAS VERDES

O município do Porto tem cerca de 60 000 árvores públicas e 131 coberturas verdes (algumas já antigas), a que correspondem cerca de 11 hectares, que têm permitido a redução dos caudais de ponta e a recarga de aquíferos. Estima-se que, no Porto, 25% das coberturas tenham potencial para receber coberturas verdes. Em Lisboa, já existem cerca de 10.000 edifícios com coberturas verdes.

Dado que as coberturas ajardinadas ainda não são uma visão comum, o Porto está disposto a mudar este cenário, tendo criado o “Projeto Quinto Alçado do Porto” (PQAP), em parceria com a Associação Nacional de Coberturas Verdes (ANCV), o que demonstra uma vontade política, essencial nestas soluções inovadoras.

Este plano contempla a criação de um guia técnico com recomendações para a promoção do aparecimento destas coberturas na cidade, assim como a seleção de três edifícios municipais para receber este tipo de solução, e que irão funcionar como laboratórios de investigação, levados a cabo por grupos de diferentes instituições de ensino e investigação, com o objetivo de testar e avaliar os diferentes efeitos das coberturas verdes na realidade do Porto (Smart Cities - Cidades Sustentáveis).

Um telhado convencional é, à partida, impermeável e incapaz de reter a águas das chuvas e, nas cidades onde a densidade de construção é elevada e a impermeabilização dos solos é um risco durante os meses mais chuvosos, os telhados convencionais não ajudam a atenuar este perigo para o território urbano em que estão inseridos (Smart Cities - Cidades Sustentáveis).

É necessário que esta discussão surja com a equipa de revisão do PDM, de modo a criar incentivos (fiscais, com monitorização) e obrigatoriedade legal.

Nas Fig. 5.31 e Fig. 5.32, ilustram-se duas situações atualmente já existentes na cidade do Porto, na estação da Trindade e na Praça de Lisboa, respetivamente.



Fig. 5.31 – Praça de Lisboa (Porto) - fotografia panorâmica (<http://www.greenroofs.pt/>).



Fig. 5.32 – Estação de metro da Trindade (Porto) - fotografia panorâmica (<http://www.greenroofs.pt/>).

Com este projeto, a CMP visa a inclusão das coberturas verdes na estratégia urbanística, ambiental e de espaços verdes da cidade, estabelecendo (à semelhança de outras cidades), políticas de incentivos e regulamentação específica, com vista à instalação deste tipo de soluções.

Como principais vantagens, o município do Porto reconhece a retenção da água da chuva, a diminuição da poluição, a promoção da biodiversidade, o aumento da eficiência energética e a diminuição do efeito ilha de calor (Smart Cities - Cidades Sustentáveis).

Resumem-se, em seguida, os principais benefícios das coberturas verdes (ZinCo, -), e (Smart Cities - Cidades Sustentáveis):

1. Melhoram o microclima;
2. Tornam a paisagem mais aprazível;
3. Ambiente mais verde;
4. Reduzem os poluentes;
5. Retenção de águas pluviais, uma vez que o sistema de cobertura verde permite reter grande parte da água da chuva, reduzindo e atrasando caudais de cheia no sistema de drenagem urbana. A capacidade das saídas de água pode também ser reduzida, poupando custos de construção;
6. Isolam acusticamente;
7. Reduzem custos com energia, uma vez que melhoram o conforto térmico no interior dos edifícios;
8. Prolongam a vida útil da impermeabilização;
9. Constituem um habitat natural;
10. Proporcionam espaço adicional.

Conforme se ilustra na Fig. 5.33, pretende-se, com esta solução, reproduzir a natureza nas coberturas. Na Fig. 5.34, apresenta-se um pormenor construtivo deste tipo de solução, incluindo a ligação à platibanda e ao material de revestimento.

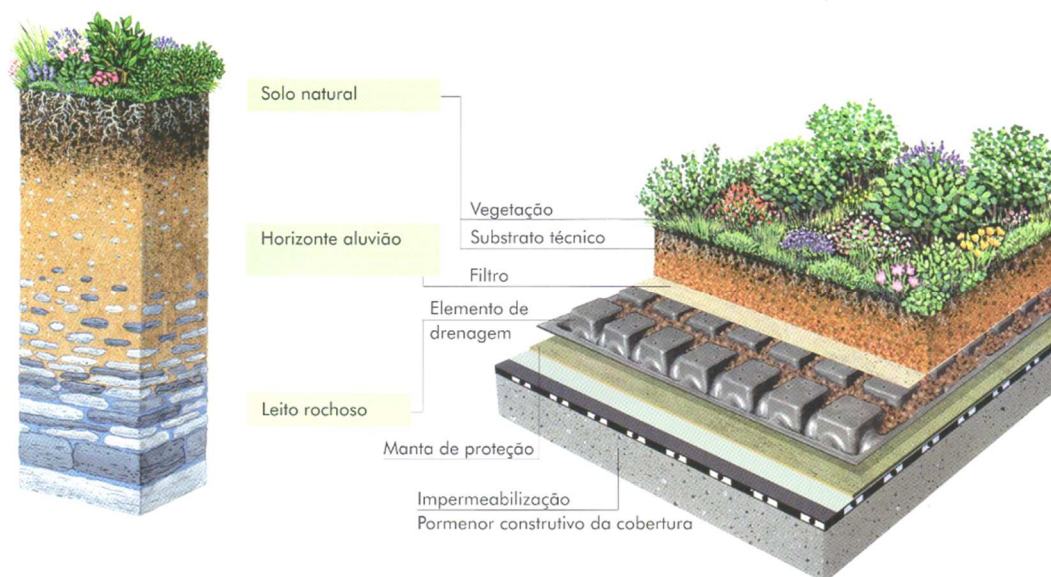


Fig. 5.33 – Reprodução da natureza nas coberturas (ZinCo, -).

Este tipo de solução pode contribuir para reduzir alguns dos efeitos negativos da impermeabilização dos solos, embora não compense a perda das funções do solo.

No centro urbano de Manchester, e na sua periferia densamente construída, demonstrou-se que as coberturas verdes, com um custo comparável ao dos telhados convencionais, reduziram, em 20%, o escoamento superficial de uma precipitação de 20 mm, contribuindo para a diminuição em zonas urbanas (Comissão Europeia, 2012).



Fig. 5.34 – Pormenor construtivo tipo de cobertura verde (Portal da Construção Sustentável, -).

5.3.3.2 SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS (SAAP)

Os sistemas de aproveitamento da água pluvial (SAAP), tornam-se cada vez mais necessários, devido ao aumento do consumo de água, ao incremento do número e gravidade das cheias e inundações, às limitações dos sistemas de drenagem e às alterações climáticas (A. Costa, 2010).

Os SAAP são ferramentas fulcrais a associar a estratégias de gestão urbana de águas pluviais e a integrar no ciclo da água (<http://www.oern.pt>).

A situação de carência, quanto à disponibilidade de água, que se vive em Portugal, constitui a sexta maior pegada hídrica do mundo e numa área de grande stress hídrico (<http://www.oern.pt>).

Descriminam-se em seguida alguns dos aspetos fundamentais deste tipo de sistemas (Ecoágua, 2011):

1. Planeamento ecológico urbano;
2. Equacionar a variável na edificação e impermeabilização;
3. Soluções de gestão local dos recursos;
4. Políticas de retenção, infiltração e aproveitamento e uso de água da chuva;
5. Definir o real preço da água sem subvenções ou apoios de qualquer tipo;
6. Aumento da consciência no uso e subsequente procura de alternativas ao consumo;
7. Implementar a recomendação governamental para redes secundárias nos edifícios públicos e utilização de água da chuva.

Os SAAP apresentam as seguintes vantagens: controlo do volume de água drenada das coberturas (Fig. 5.35), aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis (diminuindo o consumo de água

potável nestas atividades) e diminuição do volume a tratar pelas ETAR (sistemas unitários) (Ecoágua, 2011).

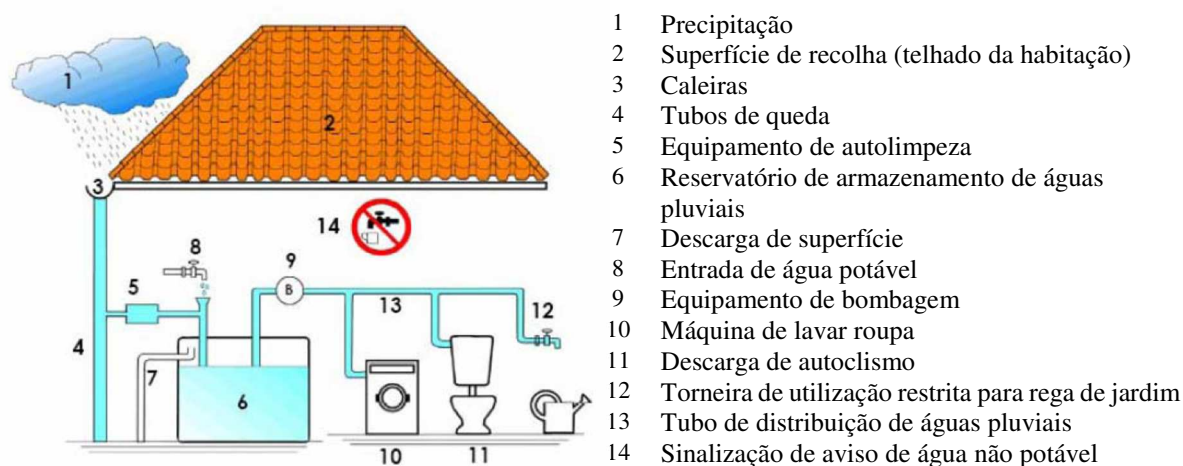


Fig. 5.35 – Sistema predial de aproveitamento das águas pluviais utilizado na Alemanha (Ecoágua, 2011).

5.3.3.3 REUTILIZAÇÃO DA CAMADA SUPERFICIAL DO SOLO

Quando a retirada da camada superficial do solo se torna inevitável, pode ser prevista a sua reutilização noutros locais, desde que a manipulação do material seja feita cuidadosamente durante todo o processo (escavação, extração, armazenamento e transporte), de modo a limitar a sua degradação e permitir até certo ponto a recuperação das suas funções no novo local (Comissão Europeia, 2012).

A camada superficial extraída durante a preparação do terreno para a construção de um edifício ou de uma estrada pode ser reutilizada noutros locais. Indicam-se algumas situações possíveis de aproveitamento de solos (Comissão Europeia, 2012):

- Indústria do lazer (campos de golfe, etc.);
- Jardinagem, para melhorar a qualidade dos terrenos (especialmente se o solo for argiloso);
- Reabilitação de terrenos (por exemplo, para cobrir um aterro ou para substituir solo contaminado), com vista à criação de ambiente favorável à germinação de sementes e ao crescimento da vegetação;
- Melhoria de solo de má qualidade;
- A reutilização do solo superficial pode ser reforçada por obrigações legais.

Todavia, a reutilização da camada superficial do solo apresenta muitas vezes dificuldades, por exemplo devido ao impacto ambiental do transporte de um material tão volumoso em numerosos veículos pesados ou porque as condições do solo recetor não são propícias à reutilização de solos escavados, disponíveis localmente (Comissão Europeia, 2012).

5.3.3.4 DESIMPERMEABILIZAÇÃO (RECUPERAÇÃO DO SOLO)

Desimpermeabilizar significa restaurar parte do antigo perfil do solo, retirando camadas impermeáveis, soltando o solo subjacente, removendo materiais estranhos e reestruturando o perfil, com o objetivo de restabelecer uma ligação efetiva com o subsolo natural.

Este método pode funcionar de forma complementar ao anteriormente descrito, uma vez que pode ser necessário utilizar solo superficial de empréstimo, permitindo um enraizamento de melhor qualidade. Com uma gestão adequada, é possível restabelecer, substancialmente, as funções do solo.

Convém, no entanto, referir que o pleno restabelecimento das funções de um solo impermeabilizado pode ser tecnicamente difícil ou demasiado dispendioso (Comissão Europeia, 2012).

5.4 MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

5.4.1 COMBATE À IMPERMEABILIZAÇÃO DOS SOLOS

Existe um conjunto de medidas equilibradas e convergentes, e não apenas esforços isolados, que permitem uma melhor regulamentação da impermeabilização dos solos (Comissão Europeia, 2012):

1. Abordagem integrada do ordenamento do território, através de:
 - Empenho total de todas as autoridades públicas competentes, em especial as entidades administrativas, como é o caso dos municípios;
 - Participação dos cidadãos no planeamento local;
 - Estabelecimento de indicadores adequados, de um controlo regular e de avaliações críticas;
 - Informação, formação e desenvolvimento de capacidades dos responsáveis políticos locais.
2. Abordagens regionais específicas:
 - Reutilização de edifícios existentes;
 - Reabilitação de antigos terrenos industriais;
 - Garantir maior confiança aos investidores, disponibilizando ferramentas de planeamento adequadas, procedimentos administrativos específicos, apoio financeiro, etc..
3. Políticas de financiamento e redução de subsídios.

Em termos de melhores práticas, indicam-se, em seguida, alguns exemplos que poderão, direta ou indiretamente, contribuir para a limitação da impermeabilização dos solos (Comissão Europeia, 2012):

1. Melhorar a qualidade de vida nos grandes centros urbanos;
2. Tornar os centros de cidades de pequena e média dimensão mais atraentes, reduzindo a pressão sobre as grandes cidades;
3. Consolidar as infraestruturas de transporte público;
4. Reforçar a proteção dos solos a nível nacional;
5. Praticar uma gestão integrada dos edifícios;
6. Permitir ou reforçar a cooperação com as autoridades locais vizinhas no desenvolvimento de zonas comerciais;
7. Criar incentivos à reciclagem dos terrenos;
8. Impor restrições e prever impostos sobre as residências secundárias;
9. Aumentar a sensibilização dos decisores, planificadores e residentes, quanto ao valor do solo para a qualidade de vida;
10. Aplicar uma filosofia de utilização económica do solo na conservação da natureza, proteção da paisagem e compensação das obras de infraestrutura com medidas de conservação da natureza;
11. Estabelecer programas de financiamento como incentivo para impulsionar uma gestão mais sustentável dos solos;

12. Determinar o potencial de desenvolvimento dos centros das cidades;
13. Ter em conta as contribuições, realizações e resultados de atividades de investigação inovadoras.

5.4.2 COMPENSAÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO DOS SOLOS

A formação do solo é um processo extremamente lento, pelo que, na maioria dos casos, quando um solo é impermeabilizado, essa perda é para sempre. Assim, só quando não é possível “evitar ou atenuar” é que se recorre às medidas de compensação, que se apresentam em seguida (Comissão Europeia, 2012):

1. Reutilização da camada superficial do solo noutros locais (ponto 5.2.3.3);
2. Desimpermeabilização ou recuperação do solo (ponto 5.2.3.4), que pode estar associada a uma abordagem mais ampla que visa a regeneração urbana, por exemplo suprimindo edifícios abandonados e criando espaços verdes em zonas adequadas; neste caso, os projetos de desenvolvimento no centro das cidades estão isentos de medidas de compensação a fim de incentivar o desenvolvimento do centro urbano e deter a expansão urbana;
3. Ecocontas e comércio de certificados de desenvolvimento, que se baseia na determinação, mediante atribuição de ecopontos, dos “custos ecológicos” dos projetos de desenvolvimento que impermeabilizam os solos;
4. Taxa de impermeabilização, que podem ser aplicadas à ocupação e à impermeabilização dos solos, e cobradas pela autoridade ambiental competente.

5.4.3 SENSIBILIZAÇÃO

A falta de sensibilização para o papel do solo no ecossistema e na economia tem sido apontado como um dos principais obstáculos para que as utilizações do solo e as políticas de ordenamento sejam mais sustentáveis.

Indicam-se, sem seguida, algumas iniciativas e atividades de sensibilização que têm vindo a ser consideradas (Comissão Europeia, 2012):

1. Campanhas de comunicação, incluindo *feedback* dos cidadãos;
2. Jornada anual de “portas abertas” em serviços públicos responsáveis pelo ordenamento do território, envolvendo as crianças;
3. Exposições itinerantes;
4. Aumento da informação e dos conhecimentos sobre agricultura urbana e periurbana;
5. Estabelecimento de controlos regionais da ocupação e impermeabilização dos solos, ilustrando e quantificando o impacto da perda de solo e a sua degradação à escala local;
6. Visibilidade dos sistemas de drenagem;
7. Informação especializada sobre as medidas técnicas (decisores, indústria, construtores, etc.);
8. Orientações setoriais relevantes;
9. Estimativa do impacto ambiental da impermeabilização dos solos;
10. Participação efetiva e ativa do público nos processos de ordenamento do território;
11. Apoio a projetos de investigação e aumento da visibilidade dos seus resultados;
12. Incorporação de conceitos sobre ordenamento do território, questões territoriais e aspetos do solo nos currículos escolares e reforço nos currículos universitários (ou equivalente), para futuros profissionais.

6

RESUMO, CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

6.1 RESUMO

Neste sexto e último capítulo, é efetuado um resumo dos capítulos anteriores, apresentando-se as principais conclusões desta dissertação.

A impermeabilização dos solos e o seu impacto na gestão territorial constitui uma preocupação atual e transversal, ocupando políticos e técnicos de várias especialidades, com vista ao aprofundamento da matéria e à criação de mecanismos que permitam obter uma abordagem equilibrada nesta dicotomia.

Ao nível dos Planos Diretores Municipais (PDM), cada município define os seus índices de impermeabilização, essencialmente em função da qualificação de solo. A este nível, deveria assistir-se agora, e gradualmente, a uma compatibilização do território, com a elaboração dos planos diretores intermunicipais que, no caso da Área Metropolitana do Porto (AMP), ainda não ocorreu. Por outro lado, a mera verificação do cumprimento daqueles limites, aquando da apreciação técnica dos projetos, levanta diversas dúvidas e carece ainda de um tratamento técnico bem definido.

Em termos legais, foi feito um esforço, com a publicação do Decreto Regulamentar n.º 9/2009, de 29/05/2009, para estabelecer critérios objetivos e reduzir as dúvidas e ambiguidades na aplicação prática destas matérias.

No entanto, e ao nível dos índices de impermeabilização, aos quais a ficha n.º 34 daquele DR se dedica, mantém-se o carácter generalista na aplicação prática e mesmo dúvidas de interpretação, deixando grande margem para adotar valores grosseiros e sem fundamento técnico. Neste contexto, os municípios têm sentido a necessidade, para melhor gerir o seu território, de criar regras e regulamentos complementares, que esclareçam dúvidas que ainda persistem.

No Município do Porto, tem-se assistido a esta tentativa de melhoria, havendo referência à matéria em causa, tanto no Código Regulamentar do Município do Porto (CRMP), como no Manual de Boas Práticas elaborado pela DMU.

No CRMP são esclarecidos alguns conceitos e indicam-se determinados aspetos a ter em conta na apresentação e avaliação dos materiais dos pavimentos. Este documento refere ainda que, para verificação do cumprimento da área de impermeabilização, todos os materiais propostos para a pavimentação dos espaços exteriores deverão ser acompanhados de ficha técnica que indique a sua permeabilidade e de pormenor construtivo, subscrito por autor do projeto, que refira a percentagem de permeabilidade do solo após o seu revestimento.

Igualmente, o Manual de Recomendações e Boas Práticas, reforça alguns dos conceitos do CRMP e indica revestimentos de pavimentos que podem ser utilizados.

No entanto, nem o código, nem o manual apresentam, de forma detalhada, inequívoca e coerente, as regras a observar neste tipo de análise.

No que diz respeito à aplicação prática, a instrução dos processos de licenciamento apenas pressupõe a apresentação do “Quadro Sinótico” (Anexo G), que contempla um campo designado “área de impermeabilização (m²)” mas que somente apresenta o total, não explicitando o cálculo que deu origem àquele valor.

No capítulo 3, apresentaram-se noções elementares de hidráulica e mecânica dos solos, transversais à dissertação e que apoiam as análises efetuadas.

No capítulo 4, foram apresentados vários casos práticos de licenciamentos ocorridos no município do Porto, que revelam as fragilidades descritas. Inclusivamente, verifica-se que, independentemente da forma como os índices são calculados, por vezes não são cumpridos os limites definidos no PDM, nem criada qualquer medida compensatória ou atenuante.

6.2 CONCLUSÕES

Conforme desenvolvido nos capítulos 4 e 5, propõe-se que, no município do Porto, sejam implementadas as seguintes medidas:

1. Ao nível da apreciação dos projetos:

- Apresentação de planta de implantação, que inclua todas as ocupações, em função do índice de impermeabilização. A este documento, poderá chamar-se “planta de impermeabilizações”;
- Apresentação de pormenores construtivos dos pavimentos exteriores, onde se incluam todas as camadas estruturais e o tipo de solo de assentamento;
- Cálculo hidráulico da permeabilidade e respetivo índice de impermeabilização, subscrito por técnico da especialidade. A este respeito, e dado que esta análise surge na fase do projeto de arquitetura, haverá que garantir, desde logo por parte da equipa projetista, uma adequada coordenação entre Arquitetura e Especialidades;
- Criação de um plano de manutenção para cada tipo de material, permitindo a programação de intervenções ao longo do tempo, em função do seu envelhecimento, e que garantam a permeabilidade de projeto ao longo de vida útil da obra;
- Revisão do “Quadro Sinótico” (Anexo G) nas situações em que a área em análise é abrangida por mais do que uma categoria de qualificação do solo, de modo que seja adotado um índice de impermeabilização ponderado, em vez das análises serem efetuadas de forma completamente desligadas para cada categoria, conforme indica atualmente o Anexo 1 daquele documento.

2. Pelo serviço da CMP responsável pelos projetos na via pública:

- Seja avaliado o coeficiente de impermeabilização de cada uma das estrutura-tipo indicadas pela CMP, permitindo, quando aplicadas e em cada situação concreta, a ponderação dos índices de impermeabilização, de forma coerente e transversal;

- Adoção, sempre que possível, das soluções de pavimentos permeáveis indicadas no ponto 5.3 ou outras;
 - Ao nível dos projetos de drenagem de águas pluviais, e em articulação com a AdP (entidade que gere atualmente esta infraestrutura), recurso a sistemas convencionais, complementares aos pavimentos, e que reforcem o desempenho do sistema e controlem o escoamento superficial (5.3.2).
3. Nos trabalhos em curso, de revisão ao Plano Diretor Municipal do Porto (PDMP) prevista para 2021:
- Revisão da Carta de Qualificação do Solo, ajustando limites dentro do município e compatibilizando, sempre que possível, com os municípios contíguos (contributos para a realização do Plano Diretor Intermunicipal);
 - Incentivo à implementação de sistemas alternativos (5.3.3) e medidas não estruturais (5.4), que abram a possibilidade de adoção de outras soluções, tais como as coberturas verdes e o aproveitamento da água da chuva, complementares às convencionais mas que trazem benefícios diretos e/ou indiretos. Um excelente exemplo deste tipo de medidas são as lagoas do “Parque da Cidade”, que funcionam como bacias de retenção e de infiltração.

6.3 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Indicam-se alguns desenvolvimentos futuros, que poderão ocorrer e complementar a análise agora efetuada:

- Através das Cartas de Uso e Ocupação do Solo (COS), produzidas pela Direção Geral do Território (DGT), para os anos 1995, 2007 e 2010, e uma vez que o PDMP foi já publicado em 2006, seria interessante cruzar a informação da real ocupação do solo com os critérios estabelecidos no PDMP, concluindo relativamente ao seu nível de cumprimento e permitindo ajustar, melhorar ou fazer algumas propostas para futuro;
- Partindo de dados de monitorização de precipitação e de escoamento superficial, avaliar os níveis de infiltração, cruzando com a evolução das ocorrências de inundações. Esta abordagem deveria ser suportada no modelo digital do terreno existente (Informação Geográfica da Via Pública - IGVP, 2018) e nas bacias hidrográficas, em função dos valores já em análise pela Águas do Porto, E.M. (exemplo: Ribeira da Asprela);
- Ao nível da gestão dos recursos hídricos, a próxima revisão do PDMP, enquanto documento estratégico e agregador, deverá integrar o resultado da “Lei da Água” e dos “Planos de Inundação” que, direta ou indiretamente, incidem sobre o seu território;
- Conforme documento elaborado recentemente, em abril de 2018 (Santos & Bateira, 2018), a próxima revisão do PDMP deverá ter em conta medidas específicas ao nível da impermeabilização, em função daquele e de outros estudos técnicos;
- O sistema de circulação e mobilidade, que representa 19% da área total do município, não prevê qualquer condicionante ao nível dos índices de impermeabilização. Em complemento

à análise efetuada nesta dissertação, mais vocacionada para o “domínio privado”, será de definir e implementar medidas a este nível, melhorando o desempenho do município no seu “espaço público”. Um bom exemplo existente a este nível é o do Metro do Porto que, em parte das zonas a descoberto, tem o canal de circulação revestido com relva, como é o caso da linha de Gondomar, estação de Fânzeres;

- Decorrente do ponto anterior, e em função da estratégia definida, atualizar os desenhos de pormenor dos pavimentos a utilizar no Porto, incluindo soluções de pavimentos permeáveis;
- Adoção de soluções mistas de pavimentos, privilegiando o uso de materiais permeáveis, sempre que possível e compatível com o tráfego / cargas de dimensionamento e necessidades específicas para pessoas com mobilidade condicionada. A título de exemplo, refere-se a criação de um estacionamento à superfície com zonas de circulação com betão poroso e lugares de estacionamento com grelhas de enrelvamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aquastone - pavimento permeável. (-). *Caderno de Encargos*.
- Associação Brasileira de Cimento Portland. (-). *Pavimento intertravado permeável com juntas alargadas*.
- Aviso 8094/2014 de 11 de julho. *Diário da República n.º 132/2014 - 2ª série*. Lisboa: Município do Porto.
- Aviso 11352/2015 de 5 de outubro. *Diário da República n.º 194/2015 - 2ª série*. Lisboa: Município do Porto.
- Aviso (extrato) n.º 8637/2017 de 2 de agosto. *Diário da República n.º 148/2017 - 2ª série*. Lisboa: Município do Porto.
- Aviso n.º 2512/2017 de 10 de março. *Diário da República n.º 50/2017 - 2ª série*. Lisboa: Município de Valongo.
- Aviso n.º 2627/2016 de 29 de fevereiro. *Diário da República n.º 41/2016 - 2ª série*. Lisboa: Município do Porto.
- Aviso n.º 3118/2015 de 24 de março. *Diário da República n.º 58/2015 - 2ª série*. Lisboa: Município do Porto.
- Aviso n.º 3527/2018 de 16 de março. *Diário da República n.º 54 - 2ª Série*. Lisboa: Município do Porto.
- Aviso n.º 4272/2012 de 16 de março. *Diário da República n.º 55/2012 - 2ª série*. Lisboa: Município do Porto.
- Aviso n.º 9751/2013 de 30 de julho. *Diário da República n.º 145/2013 - 2ª série*. Lisboa: Município da Maia.
- Aviso n.º 11535/2014 de 16 de outubro. *Diário da República n.º 200/2014 - 2ª série*. Lisboa: Município do Porto.
- Aviso n.º 14332/2012 de 25 de outubro. *Diário da República n.º 207/2012 - 2ª série*. Lisboa: Município do Porto.
- Câmara Municipal da Maia (Cartographer). (2013). *Planta de Ordenamento - Qualificação Funcional do Solo 1.0*
- Plano Diretor Municipal de Gondomar - Regulamento, (2015a).

- Câmara Municipal de Gondomar (Cartographer). (2015b). Planta de Ordenamento - Qualificação do Solo (Planta n.º 1.1 - parte B)
- Câmara Municipal do Porto. (2013a). Condições Técnicas Gerais.
- Câmara Municipal do Porto. (2013b). Estruturas de Pavimento.
- Câmara Municipal do Porto (Cartographer). (2015a). Carta de Enquadramento Territorial
- Câmara Municipal do Porto. (2015b). *Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil do Porto*.
- Câmara Municipal do Porto (Cartographer). (2017). Planta de Ordenamento - Carta de Qualificação do Solo (Plano Diretor Municipal)
- Câmara Municipal do Porto / Certitecna - Engenheiros Consultores S.A. (2011). *Plano especial de cheias do Porto*.
- Comissão Europeia. (2012). *Orientações sobre as melhores práticas para limitar, atenuar ou compensar a impermeabilização dos solos*.
- Costa, A. (2010). *Águas pluviais em meio urbano - contribuição de Lisboa - para o seu uso sustentável*. (Mestre em Engenharia Sanitária), Universidade Nova de Lisboa - Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Costa, J. (1995). *Caracterização e Constituição do Solo* (Fundação Calouste Gulbenkian Ed. 5ª ed.).
- Decreto-Lei n.º 107/2008 de 25 de junho. *Diário da República n.º 121/2008 - 1.ª série*. Lisboa: Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior.
- Decreto-Lei n.º 115/2010 de 22 de outubro. *Diário da República n.º 206/2010 - 1.ª série*. Lisboa: Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território.
- Decreto-Lei n.º 130/2012 de 22 de junho. *Diário da República n.º 120/2012 - 1.ª série*. Lisboa: Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território.
- Decreto-Lei n.º 380/1999 de 22 de setembro. *Diário da República n.º 222/1999 - 1ª série A*. Lisboa: Ministério do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território.
- Decreto Regulamentar n.º 9/2009 de 29 de maio. (2009). *Diário da República n.º 104/2009 - 1.ª série*. Lisboa: Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Social.
- Direção Municipal do Urbanismo. *Carta de Qualificação do Solo*.
- Direção Municipal do Urbanismo. (2015). *Evolução dos planos e regulamentos urbanísticos relevantes na cidade do Porto, no período compreendido entre 1850-2015*.

- Direção Municipal do Urbanismo. (2017). *Manual de Recomendações e Boas Práticas - Elaboração de Projetos*: Câmara Municipal do Porto.
- Jornal Oficial das Comunidades Europeias de 21/07/2001.
- Jornal Oficial das Comunidades Europeias de 25/04/2014.
- Ecoágua. (2011). *Sistemas de aproveitamento de águas pluviais e de reciclagem de águas cinzentas*.
- Evaristo, F., Cadore, J., Gosenheimer, C., Silva, J., & Santos, S. (2017). *Avaliação da permeabilidade de pavimentos com revestimento de concreto permeável*. Paper presented at the Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, Belém - Brasil.
- Fernandes, M. (1994). *Mecânica dos Solos* (Vol. I). Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Ferreira, J. (2017). *Pavimentos em espaços públicos urbanos - contribuição para a análise e concepção de soluções*. (Mestrado em Engenharia do Território), Universidade de Lisboa - Instituto Superior Técnico.
- Gonçalves, A., & Oliveira, R. (2014). *Seminários - Pavimentos Permeáveis e sua Influência sobre a Drenagem*.
- Hipólito, J., & Vaz, A. (2011). *Hidrologia e Recursos Hídricos* (I. Press Ed.). Lisboa.
- Informação Geográfica da Via Pública - IGVP. (2018). *Modelo Digital do Terreno* - Porto.
- Jardins & Afins. (- -a). *Ficha Técnica - Pavimento Permeável Terraway - Jardins e Afins*.
- Jardins & Afins. (- -b). *Pavimento Permeável Terraway - Caderno de Encargos*.
- Laboratório de Geotecnia e Materiais de Construção. (2012). *Ensaio de permeabilidade em provetes cilíndricos*.
- Lei n.º 11-A/2013 de 28 de janeiro. *Diário da República n.º 19/2013 - 1.ª série*. Lisboa: Assembleia da República.
- Lei n.º 31/2014 de 30 de maio. *Diário da República n.º 104/2014 - 1.ª série*. Lisboa: Assembleia da República.
- Lei n.º 75/2013 de 12 de setembro. *Diário da República n.º 176/2013 - 1.ª série*. Lisboa: Assembleia da República.
- Lencastre, A., & Franco, F. (1992). *Lições de Hidrologia* (U. N. d. Lisboa Ed.).

- Martins, R. (2014). *Análise da capacidade de infiltração do pavimento intertravado de concreto*. (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil), Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Regulamento Municipal de Urbanização e Edificação, (-).
- Novais-Barbosa, J. (1985). *Mecânica dos Fluidos e Hidráulica Geral - Volume 2* (Porto Editora Ed. Vol. 2). Porto.
- Oliveira, F. (2017). *Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial - Decreto-lei n.º 80/2015 de 14 de maio: comentado* (Almedina Ed.). Coimbra.
- Oliveira, M. (2004). *Recarga de Águas Subterrâneas - Métodos de Avaliação*. (Doutoramento em Geologia), Universidade de Lisboa - Faculdade de Ciências.
- Ono, B., Balbo, J., & Cargnin, A. (2017). Análise da capacidade de infiltração em pavimento permeável de bloco de concreto unidirecionalmente articulado. *Transportes*, 12.
- Parra, G., & Teixeira, B. (2015). Análise da permeabilidade e dos métodos de instalação de pavimentos permeáveis contidos em artigos científicos e em catálogos técnicos. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, 03, 142-157.
- Portal da Construção Sustentável. (-). Cobertura Ajardinada.
- Quintela, A. (1996). *Hidráulica* (F. C. Gulbenkian Ed. 5ª ed.).
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 19/2006 de 3 de fevereiro. *Diário da República n.º 25/2006 - 1ª série B*. Lisboa: Presidência do Conselho de Ministros.
- Sales, T. (2008). *Pavimento permeável com superfície em blocos de concreto de alta porosidade*. (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina.
- Salvaprado, E. Ficha Técnica - ErbY Salvaprado (grelhas enrelvamento).
- Santos, M., & Bateira, C. (2018). *Suporte Biofísico e Ambiente - Caracterização Biofísica - Relatório de Caracterização e Diagnóstico*.
- Smart Cities - Cidades Sustentáveis.). Projecto Quinto Alçado do Porto.
- Urbanismo, D. M. d. (2015). *Relatório sobre o Estado do Ordenamento do Território*. Retrieved from
- Urbanismo, D. M. d. (-). Quadro sinótico (mapa de medições) - obras de construção / demolição: Câmara Municipal do Porto.
- ZinCo. (-). Sistemas de ZinCo para Coberturas Verdes - Guia de Planificação.

<http://balcaovirtual.cm-porto.pt/>. Balcão de Atendimento Virtual.

<http://portal.amp.pt>. Área Metropolitana do Porto.

<http://www.aquastone.info/>. Aquastone.

<http://www.dgterritorio.pt/>. (2015). Direção Geral do Território.

<http://www.greenroofs.pt/>. Greenroofs.

<http://www.norpavi.pt>. Norpavi.

<http://www.oern.pt>. Ordem dos Engenheiros - Região Norte.

<https://cmpexternos.cm-porto.pt/crmp/>. Código Regulamentar do Município do Porto.

<https://jardineseafins.com>. Jardins e Afins.

<https://projetoaguadechuva.com/>. Água de Chuva.

<https://www.apambiente.pt/>. Agência Portuguesa do Ambiente.

<https://www.google.pt/maps>. Google.

<https://www.google.pt/maps>. Google Maps.

<https://www.pordata.pt/>. Pordata.

<https://www.urbangreen.pt>. Urbangreen.

ANEXOS

ANEXO A – FICHA N.º 34 (DECRETO-REGULAMENTAR N.º 9/2009, DE 29/05/2009)

Notas complementares

A estrutura ecológica municipal existe em continuidade no solo rural e no solo urbano.

No solo rural, a estrutura ecológica municipal compreende as áreas de solo afectas à Rede Fundamental de Conservação da Natureza no território do município, as áreas naturais sujeitas a riscos e vulnerabilidades e ainda outras áreas de solo que sejam seleccionadas e delimitadas em função do interesse municipal, nomeadamente por razões de enquadramento, protecção e valorização ambiental, paisagística e do património natural.

No interior dos perímetros urbanos, a estrutura ecológica municipal compreende os espaços verdes de utilização colectiva e outros espaços, de natureza pública ou privada, que sejam necessários ao equilíbrio, protecção e valorização ambiental, paisagística e do património natural do espaço urbano, nomeadamente no que respeita a:

- Regulação do ciclo hidrológico (preservação da permeabilidade do solo e criação de áreas de retenção, no quadro da prevenção de cheias urbanas);
- Regulação bio-climática da cidade (redução das amplitudes térmicas e manutenção do teor de humidade do ar);
- Melhoria da qualidade do ar (diminuição da concentração da poluição atmosférica nos centros urbanos);
- Conservação da biodiversidade (manutenção de habitats).

Ver também

Espacos verdes de utilização colectiva.

Conceito

EXPANSÃO URBANA

Ficha n.º 30

Definição

Por expansão urbana entende-se qualquer transformação territorial que tenha por objecto ou por efeito:

- O aumento da área total de solo urbanizado;
- A ampliação do perímetro urbano.

Notas complementares

Como resulta da definição, o conceito de expansão urbana tem uma dupla aceção: estritamente material (aumento da área de solo urbanizado) ou meramente potencial (aumento da área de solo classificado como urbano).

A utilização do conceito de expansão urbana deve, por isso, ser sempre acompanhada da explicitação da aceção em que o mesmo está a ser utilizado.

Ver também

Perímetro urbano; Solo urbanizado; Solo urbanizável.

Conceito

FACHADA

Ficha n.º 31

Definição

Fachada é cada uma das faces aparentes do edifício, constituída por uma ou mais paredes exteriores directamente relacionadas entre si.

Notas complementares

As fachadas identificam-se usualmente pela sua orientação geográfica (fachada Norte, fachada Sul, etc.) ou relativamente à entrada principal do edifício, tomando neste caso as designações: fachada principal (onde se localiza a entrada principal), fachadas laterais (esquerda e direita), e fachada de tanzo ou fachada posterior.

Um edifício pode ter várias fachadas com a mesma orientação geográfica, em distintos planos. As fachadas que se desenvolvem em planos mais recuados são vulgarmente designadas por fachadas recuadas.

Do ponto de vista urbanístico, para efeitos de definição da edificabilidade, têm sobretudo relevância as fachadas que se desenvolvem a partir do nível do solo e confrontam com a via pública ou com logradouros. O controlo das fachadas recuadas pode ser efectuado através dos parâmetros de edificabilidade que regulam a altura da edificação.

Ver Figura 2.

Ver também

Alçado; Altura da edificação; Altura da fachada; Empena.

Conceito

FOGO

Ficha n.º 32

Definição

Um fogo é uma parte ou a totalidade de um edifício, dotada de acesso independente, constituída por um ou mais compartimentos destinados à habitação e por espaços privativos complementares.

Notas complementares

Conforme a tipologia dos edifícios, o fogo pode tomar a designação de:

- Morada, quando o fogo ocupa a totalidade do edifício, a qual adota ainda a designação de:
 - Isolada, quando o edifício está completamente separado de qualquer outro edifício (com excepção dos seus edifícios anexos);
 - Geminada, quando os edifícios se agrupam dois a dois, justapondo-se através da empensa;

- Em banda, quando os edifícios se agrupam em conjunto de três ou mais edifícios contíguos.

- Apartamento quando o fogo é parte de um edifício, a qual se acede através de espaços comuns, nomeadamente átrio, corredor, galeria ou patamar de escada.

Nos últimos recenseamentos gerais da população e da habitação, o conceito de fogo tem sido integrado no conceito estatístico de alojamento. A Ficha Técnica da Habitação utiliza este conceito com a designação de habitação, a qual integra o fogo e as dependências do fogo (varandas, balcões, terraços, arrecadações em cave ou em sótão nos edifícios multifamiliares, arrecadações em corpos anexos, logradouros pavimentados, telheiros e alpendres). Esta noção restringe o conceito de fogo aos espaços privados nucleares da habitação confinados por uma envolvente que separa o fogo do ambiente exterior e do resto do edifício (salas, quartos, cozinha, instalações sanitárias, despensa, arrecadações em cave ou em sótão nos edifícios unifamiliares, corredores, e vestíbulos).

Ver também

Densidade habitacional; Edificação; Edifício; Uso do solo; Usos do edifício.

Conceito

INCLINAÇÃO DA COBERTURA

Ficha n.º 33

Definição

A inclinação da cobertura é o valor do ângulo formado pelos planos da cobertura do edifício com o plano horizontal.

Notas complementares

Através da fixação deste parâmetro urbanístico, é possível regular a forma da cobertura e a ocorrência de sótãos.

A inclinação da cobertura pode ser fixada como valor máximo, como valor mínimo ou ambos.

Conceito

ÍNDICE DE IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO

Ficha n.º 34

Definição

O índice de impermeabilização do solo (Iimp) é função da ocupação ou revestimento, sendo calculado pelo quociente entre o somatório das áreas impermeabilizadas equivalentes ($\sum A_{imp}$) e a área de solo (A_s) a que o índice diz respeito, expresso em percentagem. Ou seja:

$$I_{imp} = (\sum A_{imp} / A_s) \times 100$$

Cada área impermeabilizada equivalente (A_{imp}) é calculada pelo produto entre a área de solo (A_s) a que diz respeito e o coeficiente de impermeabilização (C_{imp}) que corresponde ao tipo de ocupação ou revestimento que nela é realizado ou previsto. Ou seja:

$$A_{imp} = C_{imp} \times A_s$$

Notas complementares

O índice de impermeabilização do solo mede apenas a alteração da permeabilidade que resulta da ocupação ou do revestimento realizado ou previsto, sendo independente da permeabilidade do solo original, antes dessa ocupação ou revestimento.

A aplicação deste índice a cada caso concreto exige:

- A prévia identificação e delimitação de sub-áreas, a que corresponde um tipo de ocupação ou revestimento específico;
- O estabelecimento dos coeficientes de impermeabilização que correspondem ao tipo de ocupação ou revestimento de cada sub-área.

A área impermeabilizada equivalente exprime o peso relativo de cada sub-área na área total de solo a que o índice de impermeabilização diz respeito.

O valor do coeficiente de impermeabilização varia entre 0 e 1.

Na falta de melhor informação sobre o valor dos coeficientes de impermeabilização da ocupação ou do revestimento em presença, poderão utilizar-se os seguintes valores de referência:

- Solo ocupado com construções ou com revestimento impermeável: $C_{imp} = 1$;
- Solo com revestimento semi-permeável: $C_{imp} = 0,5$;
- Solo plantado ou solo natural sem qualquer revestimento: $C_{imp} = 0$.

Conceito

ÍNDICE DE OCUPAÇÃO DO SOLO

Ficha n.º 35

Definição

O índice de ocupação do solo (Io) é o quociente entre a área total de implantação ($\sum A_i$) e a área de solo (A_s) a que o índice diz respeito, expresso em percentagem. Ou seja:

$$I_o = (\sum A_i / A_s) \times 100$$

Notas complementares

O índice de ocupação do solo exprime a relação entre a área de solo ocupada com edificação e a área total de solo que estamos a considerar.

Os termos do quociente são sempre expressos na mesma unidade, normalmente em metros quadrados.

A designação índice de ocupação do solo substitui outras, vulgarmente utilizadas como percentagem de ocupação, índice de implantação e coeficiente de afectação do solo (CAS).

ANEXO B – REGULAMENTO DO PLANO DIRETOR DA MAIA (EXCERTO)

7 — Excetuam-se do número anterior os seguintes casos:

a) Quando todos os lotes ou parcelas confinam com via pública existente, cujo perfil ou características sejam limitadores da criação de estacionamento e desde que a dimensão e configuração do prédio inicial impossibilitem ou condicionem a criação de estacionamento público em área não adjacente à via pública existente, havendo, neste caso, lugar ao pagamento de compensação em acordo com o definido em regulamento municipal.

b) Quando o prédio em causa se localize a uma distância não superior a 500 metros de uma estação do metro ligeiro de superfície, os valores decorrentes da aplicação do número anterior são reduzidos em 40 %, exceto no caso do uso habitacional ou equiparado.

CAPÍTULO II

Solo urbanizado

SECÇÃO I

Espaços centrais

Artigo 52.º

Identificação e usos

1. Os espaços centrais correspondem aos espaços onde predominam as funções direcionais dos principais aglomerados urbanos, designadamente os incluídos nos níveis 1 e 2 da rede urbana, de acordo com o disposto no n.º 2 do artigo 9.º

2 — Nestas áreas pretende-se uma maior qualificação e disponibilização de espaço público e o incremento de funções comerciais e de serviços, sem prejuízo da indispensável manutenção da função habitacional.

Artigo 53.º

Regime de edificabilidade

1 — Na ampliação ou na construção de novos edifícios em frente urbana consolidada, deve dar-se cumprimento ao plano de vedação ou de fachada dominante e à moda da altura da fachada e das formas de relação do edifício com o espaço público na frente urbana em que o prédio se integra.

2 — Excetuam-se do número anterior os casos em que a Câmara Municipal tenha estabelecido ou, através de instrumento adequado, venha a estabelecer novos planos de vedação ou de fachada e limites de altura da fachada, justificados por razões:

- a) De reperfilamento ou correção de traçado do espaço e vias públicas;
- b) De reordenamento urbanístico do local da intervenção.

3 — Na ausência de frente urbana consolidada referida no n.º 1, os parâmetros de edificabilidade são os seguintes:

- a) O Índice de utilização não pode ser superior a 1,2;
- b) O Índice de impermeabilização do solo máximo é de 75 %.

4 — Excetuam-se dos números 1 e 3 anteriores as situações de colmatação, nas quais as novas construções ou as ampliações de edifícios existentes respeitam os planos de vedação ou de fachada dos edifícios contíguos e estabelecem a articulação volumétrica desses mesmos edifícios.

5 — Para efeitos de aplicação do n.º 2 consideram-se como instrumento adequado:

- a) Operação de loteamento;
- b) Unidade de Execução;
- c) Plano de Pormenor.

SECÇÃO II

Espaços residenciais

Artigo 54.º

Identificação e usos

1 — Os espaços residenciais correspondem a áreas urbanizadas e predominantemente edificadas, destinadas às atividades residenciais e ainda aos usos comerciais, de serviços, turísticos e de equipamentos, incluindo áreas verdes urbanas de utilização pública ou privada, admitindo-se usos

industriais, de armazenagem ou outros desde que compatíveis com a função habitacional nos termos do artigo 17.º

2 — Os espaços residenciais encontram-se divididos, em função das tipologias e morfologias dominantes dos edifícios e da sua relação com o espaço público, nas seguintes subcategorias:

- a) Áreas de habitação coletiva consolidada;
- b) Áreas de habitação coletiva;
- c) Áreas de habitação unifamiliar.

SUBSECÇÃO I

Áreas de habitação coletiva consolidadas

Artigo 55.º

Identificação e usos

1 — As áreas de habitação coletiva consolidada correspondem a áreas de edifícios de habitação multifamiliar predominantemente dispostos ao longo dos arruamentos, ocasionalmente formando quarteirões, e onde o espaço público e as frentes urbanas que o conformam já se apresentam estabilizadas, pretendendo-se a manutenção da morfologia e da relação do edificado com o espaço público dominantes, através da colmatação e da consolidação do tecido urbano existente.

2 — Nestas áreas o uso dominante é o habitacional, admitindo-se atividades comerciais, de serviços, equipamento e outros usos, desde que compatíveis.

Artigo 56.º

Regime de edificabilidade

1 — Na ampliação ou na construção de novos edifícios integrados em frentes urbanas consolidadas, deve dar-se cumprimento aos seguintes parâmetros urbanísticos:

- a) Manutenção das características morfológicas dominantes;
- b) Cumprimento da moda da altura da fachada;
- c) Cumprimento dos planos de vedação ou de fachada dominantes;
- d) (Revogado.)

2 — Excetuam-se do número anterior os casos em que a Câmara Municipal tenha estabelecido ou, através de instrumento adequado, venha a estabelecer novos planos de vedação ou de fachada e limites de altura da fachada, justificados por razões:

- a) De reperfilamento ou correção de traçado do espaço e vias públicas;
- b) De reordenamento urbanístico do local da intervenção.

3 — No estabelecimento de novos planos de vedação ou de fachada, é dado cumprimento aos seguintes parâmetros de edificabilidade:

- a) Índice de utilização não pode ser superior a 1,2;
- b) A altura da fachada não pode ser superior a 7 pisos ou 23 metros.

4 — Excetuam-se do n.º 1, as situações de colmatação, nas quais as novas construções ou as ampliações de edifícios existentes respeitam os planos de vedação ou de fachada dos edifícios contíguos e estabelecem a articulação volumétrica desses mesmos edifícios.

5 — Para efeitos de aplicação dos números 2 e 3, consideram-se como instrumento adequado:

- a) Operação de loteamento;
- b) Unidade de Execução;
- c) Plano de Pormenor.

SUBSECÇÃO II

Áreas de habitação coletiva

Artigo 57.º

Identificação e usos

1 — As áreas de habitação coletiva correspondem às áreas de tecido urbano onde se pretende intensificar os usos urbanos com recurso, dominantemente, a edifícios multifamiliares e que integram:

- a) Áreas ocupadas com habitação unifamiliar onde a malha urbana evidencia maior desqualificação sob o ponto de vista urbanístico e de imagem urbana de conjunto;
- b) Áreas já infraestruturadas mas não ocupadas;
- c) Unidades industriais e de armazenagem em áreas habitacionais, a deslocalizar.

23918

Diário da República, 2.ª série — N.º 145 — 30 de julho de 2013

2 — Estas áreas destinam-se predominantemente a habitação coletiva, admitindo-se atividades comerciais, de serviços, equipamentos e outros usos, desde que compatíveis.

3 — As áreas de habitação coletiva dividem-se, em função da altura da fachada admitida, em:

- a) HC1;
- b) HC2.

Artigo 58.º

Regime de edificabilidade

1 — Na ampliação ou na construção de novos edifícios em frente urbana consolidada, deve dar-se cumprimento aos seguintes parâmetros urbanísticos:

- a) Manutenção das características morfológicas dos edifícios de habitação coletiva, quando existentes, e que servem de referência para as novas construções;
- b) Cumprimento da moda da altura da fachada dos edifícios de habitação coletiva de referência na frente urbana respetiva, quando existente;
- c) Cumprimento do plano de vedação ou de fachada dominante dos edifícios de habitação coletiva de referência na frente urbana respetiva, quando existentes.

2 — Excetua-se do número anterior as situações em que a Câmara Municipal considere como necessário impor, através de instrumento adequado, novos alinhamentos e limites de cêrcea, justificados por razões:

- a) De integração com os edifícios e zonas envolventes;
- b) De reperfilamento ou correção de traçado do espaço e vias públicas;
- c) De reordenamento urbanístico do local da intervenção.

3 — Nas situações não incluídas nos números anteriores aplicam-se as seguintes regras:

a) Para a subcategoria HC1:

- i) Altura da fachada de 2 a 4 pisos ou 14 metros;
- ii) Índice de utilização de 0,4 a 1,0;
- iii) Índice de impermeabilização do solo máximo de 75 %;

b) Para a subcategoria HC2:

- i) Altura da fachada de 4 a 7 pisos ou 23 metros;
- ii) Índice de utilização de 0,8 a 1,2;
- iii) Índice de impermeabilização do solo máximo de 75 %.

4 — A Câmara Municipal pode admitir valores inferiores aos estabelecidos no número anterior para a altura da fachada e o índice de utilização, desde que não resultem situações de evidente rotura morfológica.

5 — Excetua-se dos números 1 e 3 anteriores as situações de colmatação, nas quais as novas construções ou as ampliações de edifícios existentes respeitarão os planos de vedação ou de fachada dos edifícios contíguos e estabelecerão a articulação volumétrica com os mesmos.

6 — Para efeitos de aplicação dos números 2 e 3, consideram-se como instrumento adequado:

- a) Operação de loteamento;
- b) Unidade de Execução;
- c) Plano de Pormenor.

SUBSECÇÃO III

Áreas de Habitação Unifamiliar

Artigo 59.º

Identificação e usos

1 — As áreas de habitação unifamiliar correspondem a áreas predominantemente ocupadas por edifícios de habitação unifamiliar e onde o Plano prevê a manutenção dessa mesma tipologia.

2 — Nas áreas de habitação unifamiliar o uso dominante é o da habitação, admitindo-se outros usos desde que compatíveis com a função habitacional, nos termos do artigo 17.º

3 — As áreas de habitação unifamiliar dividem-se, em função da sua génese e morfologia, nos seguintes tipos:

- a) HU1;
- b) HU2.

4 — As áreas de habitação unifamiliar HU1 integram zonas urbanas de génese rural, não resultantes de operações de loteamento

e cuja dimensão do prédio permite, por norma, a disponibilização de um logradouro associado à atividade agrícola, sendo caracterizadas por tipologias construtivas de habitação unifamiliar de 1 ou 2 pisos, com o edifício principal, na maioria das vezes, implantado no confronto com o espaço público viário fronteiro, sem dominância de planos de vedação ou de fachada, mas em que, no seu conjunto, criam relações de vizinhança próprias de núcleos urbanos dotados dos equipamentos básicos, comércio e serviços necessários ao seu funcionamento.

5 — As áreas de habitação unifamiliar HU2 integram espaços construídos dos aglomerados urbanos, onde se verifica a predominância de edifícios de tipologia unifamiliar, normalmente resultantes de operações de loteamento, onde as operações urbanísticas correspondem, normalmente, a situações de colmatação ou substituição de edifícios existentes, destinando-se predominantemente a habitação unifamiliar complementada com atividades de comércio, serviços, equipamentos e outros usos, desde que compatíveis.

Artigo 60.º

Regime de edificabilidade

1 — Nas áreas de habitação unifamiliar admitem-se edifícios com o máximo de dois fogos.

2 — Nas áreas de habitação unifamiliar HU1, as intervenções a levar a efeito devem privilegiar a conservação e reabilitação dos elementos com valor patrimonial ou que sejam caracterizadores da identidade e da história do sítio, privilegiando ainda as ações de requalificação do espaço público e remoção dos elementos dissonantes, devendo as novas edificações respeitar as morfologias envolventes.

3 — Nas áreas de habitação unifamiliar HU1, as regras de edificabilidade consubstanciam-se nas seguintes disposições:

- a) Correta relação com os edifícios vizinhos preexistentes a manter;
- b) Cumprimento da moda da altura da fachada dos edifícios da frente urbana respetiva;
- c) Cumprimento, nos casos de tipologias de construção em banda ou geminada, dos planos de vedação ou de fachada dominantes da frente urbana respetiva, sem prejuízo dos novos planos de vedação ou de fachada que a Câmara Municipal tenha estabelecido;
- d) Respeito pela tipologia construtiva dominante da frente urbana onde se integra o prédio objeto da intervenção;
- e) Índice de impermeabilização do solo máximo de 50 %.

4 — Nas áreas de habitação unifamiliar HU2, as obras de ampliação de edifícios existentes ou de construção de novos edifícios, devem dar cumprimento aos seguintes parâmetros urbanísticos:

- a) Manutenção das características morfotipológicas dominantes, designadamente a referente a edifícios de habitação unifamiliar isolada, geminada ou em banda, conforme a dominante na frente urbana respetiva;
- b) Cumprimento da moda da altura da fachada da frente urbana respetiva;
- c) Cumprimento do plano de vedação ou de fachada dominante da frente urbana onde o prédio se insere.

5 — Em exceção ao disposto nas alíneas b) do n.º 3 e do n.º 4, admite-se o acréscimo de mais um piso nos edifícios de um só piso numa dada frente urbana.

6 — Excetua-se do número anterior as situações em que a Câmara Municipal considere como necessário impor, através de instrumento adequado, novos planos de vedação ou de fachada e limites de altura da fachada, justificados por razões:

- a) De integração com os edifícios e zonas envolventes;
- b) De reperfilamento ou correção de traçado do espaço e vias públicas;
- c) De reordenamento urbanístico do local da intervenção.

7 — Na ausência da frente urbana referida no n.º 4, aplicam-se as seguintes regras:

- a) Altura da fachada máxima de 3 pisos ou 11 metros;
- b) Índice de utilização não superior a 0,60;
- c) Índice de impermeabilização do solo máximo de 65 %.

8 — Excetua-se do número anterior as situações de colmatação, nas quais as novas construções ou as ampliações de edifícios existentes respeitarão os planos de vedação ou de fachada dos edifícios contíguos e estabelecerão a articulação volumétrica com esses mesmos edifícios.

9 — Excetua-se do disposto no n.º 1 do presente artigo os casos de construção de programas especiais de realojamento, construção de

ANEXO C – REGULAMENTO DO PLANO DIRETOR DO PORTO (EXCERTO)

do Porto (CMP) já tenha estabelecido ou venha a estabelecer novos alinhamentos;

b) O alinhamento da fachada de tardoz do corpo dominante do edifício é o definido pelos alinhamentos dos edifícios confinantes a manter, ou os que não venham a prejudicar construções nos prédios vizinhos;

c) Em exceção às alíneas anteriores, são admitidas profundidades superiores para os edifícios quando tal se demonstre inequivocamente necessário à manutenção ou instalação de atividades e usos considerados essenciais à revitalização do tecido urbano ou de tal facto resulte um acréscimo significativo da disponibilização de espaço público qualificado com evidente benefício para a cidade, desde que verificadas as condições referidas no n.º 2 do artigo 17.º;

d) A cércea dos novos edifícios é a da moda da cércea da frente urbana respeitante à presente categoria de espaço em que estes se integram;

e) Nas situações de colmatação entre edifícios considerados imóveis de interesse patrimonial e cuja cércea não seja a da moda da frente urbana, cumpre-se o disposto na alínea c) do n.º 1 do presente artigo;

f) Conservação dos elementos arquitetónicos e construtivos que contribuem para a caracterização patrimonial da imagem urbana desta zona da cidade.

Artigo 17.º

Logradouros e Interior dos Quarteirões

1 — O interior dos quarteirões destina-se a espaço verde permeável afeto aos logradouros das parcelas confinantes com os arruamentos que definem o quarteirão ou à utilização coletiva.

2 — Admite-se a possibilidade de edificação nos logradouros e no interior dos quarteirões para além do alinhamento de tardoz, definido de acordo com o n.º 3 do artigo 16.º, quando satisfeitas, cumulativamente, as seguintes condições:

a) Como prolongamento funcional de edifícios existentes considerados como imóveis de interesse patrimonial ou integrados em áreas de interesse urbanístico e arquitetónico, localizados na frente urbana do quarteirão, e desde que se destine a habitação ou a outras atividades legalmente compatíveis;

b) Quando o edifício preexistente for sujeito, na sua totalidade, a obras de conservação;

c) Quando os afastamentos do edifício em relação aos limites de tardoz e laterais do prédio sejam iguais ou superiores à altura da fachada confrontante com esse limite, admitindo-se o encosto aos limites laterais quando adossado e com a mesma altura de muros ou empenas existentes em prédios confinantes;

d) A cércea não pode ser superior à do edifício existente integrado na frente urbana;

e) Quando não resulte uma impermeabilização superior a 20 % da área do logradouro do prédio ou lote;

f) (Revogado.)

3 — Excetuem-se da alínea e) do número anterior os casos em que, por motivos de ordem patrimonial, se imponha a preservação das edificações existentes nos logradouros e no interior dos quarteirões ou os casos em que os prédios ou lotes sejam de exígua dimensão e configuração irregular.

SECÇÃO III

Área de frente urbana contínua em consolidação

Artigo 18.º

Âmbito e objetivos

As áreas de frente urbana contínua em consolidação correspondem às áreas estruturadas em quarteirão com edifícios localizados, predominantemente, à face dos arruamentos, em que o espaço público se encontra definido e em que as frentes urbanas edificadas estão em processo de transformação construtiva e de uso; pretende-se a manutenção e reestruturação das malhas e a consolidação do tipo de relação do edificado com o espaço público existente.

Artigo 19.º

Usos

As áreas de frente urbana contínua em consolidação são zonas mistas com predominância do uso habitacional; são permitidas atividades complementares e outros usos desde que compatíveis com a função dominante.

Artigo 20.º

Edificabilidade

1 — As obras de edificação a levar a efeito regem-se pelas seguintes disposições:

a) Cumprimento dos alinhamentos e das formas de relação do edifício com o espaço público dominante na frente urbana em que o prédio se integra, exceto nas situações em que a CMP já tenha estabelecido ou venha a estabelecer novos alinhamentos;

b) Admite-se o prolongamento construtivo em cave para além do plano da fachada de tardoz do corpo dominante, desde que esse prolongamento não represente um acréscimo de **Abc nem uma impermeabilização superior a 70 % da área do prédio;**

c) O alinhamento da fachada de tardoz do corpo dominante do edifício é o definido pelo alinhamento do corpo dominante dos edifícios a manter nessa frente urbana;

d) Na construção de novos edifícios ou ampliação de edifícios existentes em prédio ou lote cuja exígua dimensão e configuração irregular não permita satisfazer em simultâneo o cumprimento da área máxima de impermeabilização e o alinhamento da fachada de tardoz de acordo com, respetivamente, as alíneas b) e c) anteriores, a profundidade máxima é definida pelo alinhamento dominante;

e) Na construção de novos edifícios ou ampliação de edifícios existentes, em prédio ou lote de gaveto, deverão privilegiar-se soluções arquitetónicas adequadas ao conveniente remate urbano das respetivas frentes, dispensando-se, se necessário, do cumprimento do disposto nas alíneas b), c) e h) deste número;

f) A altura da fachada confinante com a via pública não pode exceder a largura do arruamento confrontante, medida entre os limites do espaço público dominante ou estabelecido, não sendo permitidos pisos habitáveis acima dessa altura e sem prejuízo do definido na alínea seguinte;

g) Na construção de novos edifícios ou ampliação de edifícios existentes, admite-se um andar recuado para além da altura da fachada definida na alínea anterior, quando tal seja dominante nessa frente urbana, ou sirva de colmatação a empena existente.

h) Admite-se a edificação ao nível do piso térreo para além da fachada de tardoz do corpo dominante, até 20 % da área compreendida entre esta fachada e o limite posterior do lote;

i) **A área do prédio não afeta à ocupação de edifícios, pode ser impermeabilizada no máximo de 10 % desde que não comprometa a existência de uma área permeável de 30 % da área do prédio.**

2 — Cumulativamente com a alínea f) do número anterior devem ser atendidas as seguintes disposições:

a) Quando o perfil transversal do espaço público e via pública confinantes com uma frente urbana tiver um alargamento pontual numa dada extensão, a cércea é a admitida para a restante frente urbana;

b) Quando o perfil transversal do espaço público e via pública confinantes com uma frente urbana seja superior a 21 m, a cércea máxima admitida é de 21 m, exceto quando a moda da cércea for superior, respeitando-se essa moda, ou quando já existir uma cércea estabelecida pela CMP para essa frente urbana.

3 — A CMP pode impor cérceas diferentes das resultantes da aplicação dos números anteriores deste artigo, quando estiver em causa a salvaguarda de valores patrimoniais ou a integração urbanística no conjunto edificado onde o prédio se localiza.

Artigo 21.º

Logradouros e interior dos quarteirões

1 — O interior dos quarteirões destina-se a espaço verde afeto aos logradouros das parcelas confinantes com os arruamentos que definem o quarteirão ou à utilização coletiva.

2 — (Revogado.)

3 — Admite-se a divisão de um quarteirão quando se verificar uma das seguintes condições:

a) Abertura de novos arruamentos públicos em conformidade com a planta de ordenamento — qualificação do solo;

b) Quando a CMP considerar que, pela significativa dimensão do quarteirão e desejável alteração dos usos e ocupação existentes no seu interior, a divisão do quarteirão contribuir para a qualificação urbanística e ambiental dessa zona da cidade, e ou para a melhoria das condições de circulação viária.

4 — Na situação do número anterior, cumulativamente com as disposições constantes desta secção, devem verificar-se as seguintes regras:

a) O novo arruamento que divide o quarteirão existente deve ter um traçado que permita a adequação do cadastro à solução urbanística,

devendo ainda estabelecer a ligação entre dois arruamentos já existentes;

b) A cêrcea dos edifícios a implantar à face do novo arruamento deve garantir uma correta articulação entre as cêrceas das frentes urbanas em que se apoia o novo arruamento.

Área de habitação de tipo unifamiliar

Artigo 22.º

Âmbito e objetivos

As áreas reguladas na presente secção correspondem às zonas em que o tipo dos edifícios é predominantemente o de habitação de tipo unifamiliar, que deve ser mantido como tal, ou às áreas para as quais o PDMP impõe essa mesma tipologia.

Artigo 23.º

Usos

Nas áreas de habitação de tipo unifamiliar o uso dominante é o da habitação, admitindo-se outros usos desde que compatíveis com a função dominante.

Artigo 24.º

Edificabilidade

1 — As novas construções ou as intervenções nos edifícios existentes a levar a efeito subordinar-se-ão às seguintes disposições:

a) Cumprimento dos alinhamentos dominantes da frente urbana respetiva, quer para os edifícios quer para as frentes do lote confinantes com o espaço público, exceto nas situações em que a CMP já tenha estabelecido ou venha a estabelecer novos alinhamentos;

b) A área de impermeabilização não pode exceder 60 % da área do prédio ou lote, sem prejuízo do cumprimento da alínea anterior;

c) O número máximo de pisos acima do solo é três, exceto em frentes urbanas estabilizadas, nas quais é definido em função da cêrcea dominante;

d) Todos os fogos das novas construções devem ter acesso direto e independente ao exterior, podendo as caves ser comuns.

2 — No caso de operação de loteamento ou de impacte semelhante a loteamento, a área de impermeabilização não pode exceder 60 % da área do prédio.

3 — Excetuam-se das alíneas b) e c) do n.º 1, as obras de edificação em prédio ou lote de reduzidas dimensões ou quando seja necessário garantir as condições mínimas de habitabilidade;

4 — A construção de novas frentes urbanas decorrentes da abertura de novos arruamentos implica a ligação destes a dois arruamentos existentes, podendo ser permitidas outras opções urbanas desde que devidamente enquadráveis em soluções já adotadas na envolvente próxima.

SECÇÃO V

Área de edificação isolada com prevalência de habitação coletiva

Artigo 25.º

Âmbito e objetivos

1 — As áreas de edificação isolada com prevalência de habitação coletiva correspondem às áreas da cidade de formação recente, predominantemente caracterizadas por edifícios isolados de habitação coletiva ou de uso misto resultante de operações de loteamento ou de intervenções de dimensão significativa e que, na sua maioria, não definem atualmente malhas regulares nem se constituem em frente urbana contínua, resultantes frequentemente de critérios quantitativos.

2 — Nestas áreas pretende-se a manutenção e consolidação dos empreendimentos que, pelas suas características urbanísticas e arquitetónicas, contribuem para a valorização do ambiente e da imagem urbana da cidade e a reestruturação ou reconversão daquelas que se encontrem desqualificadas urbanística ou funcionalmente.

Artigo 26.º

Usos

1 — Nas áreas reguladas na presente secção, o uso dominante é o de habitação, admitindo-se a instalação de outros usos legalmente compatíveis, na totalidade ou parte do prédio.

2 — Em edifícios com habitação, só se admitem atividades não habitacionais no rés-do-chão e no piso imediatamente superior desde que

o acesso aos pisos de habitação, a partir do exterior do edifício, seja independente do correspondente às outras atividades.

Artigo 27.º

Edificabilidade

1 — Na ampliação ou substituição de edifícios existentes ou ainda na construção de novos edifícios, deve dar-se cumprimento aos alinhamentos dominantes, exceto nas situações em que a CMP já tenha estabelecido ou venha a estabelecer novos alinhamentos.

2 — Sem prejuízo do número anterior, em edifícios existentes cujo índice de construção seja inferior a 0,8, admite-se a ampliação até este valor, desde que daí não resulte uma área de impermeabilização superior a 65 % da área do prédio.

3 — Sem prejuízo dos n.ºs 1 e 2, a construção de novos edifícios subordina-se às seguintes condições:

a) A área bruta de construção admitida não pode ser superior à resultante da aplicação de um índice de construção de 0,8;

b) A área de impermeabilização não pode ser superior a 65 % da área do prédio.

4 — Excetuam-se da alínea a) do número anterior as seguintes situações:

a) As intervenções enquadráveis no n.º 4 do artigo 82.º, caso em que o índice de construção pode ser aumentado em mais 0,2;

b) As edificações em espaço de colmatação que respeitem os alinhamentos e as cêrceas dos edifícios de referência;

c) A edificação que colmate uma única empena existente desde que a frente do prédio, que confina com a via pública possua uma das dimensões previstas nas alíneas a) e b) do ponto n.º 20 do artigo 4.º, com as devidas adaptações, e o afastamento da nova edificação ao limite lateral do prédio, seja igual ou superior a metade da altura da fachada confrontante.

5 — Em idênticas intervenções das referidas no n.º 1 deste artigo, podem impor-se limites de cêrcea justificados por razões de integração urbanística com os edifícios e zonas envolventes, nomeadamente no respeito pela cêrcea predominante.

Artigo 28.º

Logradouros

Os logradouros já constituídos devem ser preservados, admitindo-se a sua impermeabilização até ao limite de 65 % da área do prédio.

SECÇÃO VI

Área de urbanização especial

Artigo 29.º

Âmbito e objetivos

1 — As áreas de urbanização especial correspondem a áreas de expansão habitacional ou de reconversão urbanística, para as quais é indispensável a definição detalhada da sua conceção e forma de ocupação com recurso ao desenho urbano, estando inseridas em unidades operativas de planeamento e gestão (UOPG).

2 — A sua execução far-se-á em acordo com a programação a estabelecer pela CMP, considerando as prioridades indicadas no título V do presente Regulamento.

Artigo 30.º

Usos e edificabilidade

Os parâmetros urbanísticos admitidos para as áreas de urbanização especial são os estabelecidos para a UOPG em que se integram, conforme o disposto no capítulo V do título V do presente Regulamento.

Artigo 31.º

Regra Supletiva

1 — Enquanto não estiverem aprovados os instrumentos de execução do plano definidos no artigo 76.º, a desenvolver no âmbito das UOPG, só são admitidas operações urbanísticas que não colidam com os objetivos definidos para a respetiva UOPG.

2 — (Revogado.)

3 — Para efeitos do n.º 1, a área bruta de construção admitida não pode ser superior à resultante da aplicação de um índice de construção de 0,67, exceto nas operações de reabilitação do edificado existente.

ANEXO D – REGULAMENTO DO PLANO DIRETOR DE GONDOMAR (EXCERTO)



GIPP, Lda.

Gestão Integrada de Projetos e Planeamento



1.ª Revisão do PDM

- a) Em frente urbana consolidada, dá-se cumprimento ao plano de vedação ou de fachada dominante e à moda da altura da fachada e da forma de relação do edifício com o espaço público na frente urbana em que o prédio se integra;
 - b) Na ausência de frente urbana consolidada, os parâmetros de edificabilidade são os seguintes:
 - i) O índice de utilização não pode ser superior a 1,4, exceto nas situações de cumprimento de uma altura de fachada devidamente estabelecida para a frente urbana respetiva;
 - ii) O índice de impermeabilização do solo não pode ser superior a 80%.
- 2- Excetuam-se do número anterior as situações de colmatção, nas quais as novas construções ou ampliações de edifícios existentes respeitam os planos de vedação ou de fachada dos edifícios contíguos e estabelecem a articulação volumétrica desses mesmos edifícios.
- 3- No solo urbanizável, o regime de edificabilidade é o estabelecido na alínea b) do n.º 1 do presente artigo, salvo quando integrado em UOPG e quando no conteúdo destas, em anexo ao presente regulamento, se dispuser sobre tal.

Secção II

Espaços residenciais

Artigo 53º

Identificação e usos

- 1- Nestes espaços integram-se as áreas que em função das tipologias e morfologias dominantes se destinam preferencialmente a funções residenciais, complementadas com usos comerciais, de serviços, turísticos e de equipamentos, incluindo áreas verdes de utilização coletiva públicas ou privadas, admitindo-se usos industriais, de armazenagem ou outros desde que compatíveis com a função habitacional nos termos do disposto no artigo 20.º.
- 2- Os espaços residenciais encontram-se divididos, em função das tipologias edificatórias e das densidades pretendidas, nas seguintes subcategorias:
 - a) Espaços residenciais Tipo I;
 - b) Espaços residenciais Tipo II.**



GIPP, Lda.

Gestão Integrada de Projetos e Planeamento



1.ª Revisão do PDM

Artigo 54º

Regime de edificabilidade

- 1- No solo urbanizado e na ampliação ou na construção de novos edifícios, aplicam-se as seguintes regras:
 - a) Em frente urbana consolidada, dá-se cumprimento ao plano de vedação ou de fachada dominante e à moda da altura da fachada e da forma de relação do edifício com o espaço público na frente urbana em que o prédio se integra;
 - b) Na ausência de frente urbana consolidada, os parâmetros de edificabilidade são os seguintes:
 - i) Tipo I - O índice de utilização máximo é de 1,1 e a altura da fachada não pode ser superior a 13 metros, exceto nas situações de cumprimento de uma altura de fachada devidamente estabelecida para a frente urbana respetiva;
 - ii) Tipo II - O índice de utilização máximo é de 0,8 e a altura da fachada não pode ser superior a 9 metros, exceto nas situações de cumprimento de uma altura de fachada devidamente estabelecida para a frente urbana respetiva;
 - c) Em ambas os casos da alínea anterior, **o índice de impermeabilização do solo não pode ser superior a 80%.**
- 2- No solo urbanizável, os parâmetros de edificabilidade são os estabelecidos nas alíneas b) e c) do número anterior ou nas UOPG respetivas quando for o caso.
- 3- Excetuam-se dos números anteriores as situações de colmatação, nas quais as novas construções ou ampliações de edifícios existentes respeitam os planos de vedação ou de fachada dos edifícios contíguos e estabelecem a articulação volumétrica desses mesmos edifícios;

Secção III

Espaços urbanos de baixa densidade

Artigo 55º

Identificação e usos

- 1- Os espaços urbanos de baixa densidade correspondem a manchas edificadas resultantes de expansões urbanas de génese essencialmente espontânea e com débil estruturação urbanística, apresentando um perfil de ocupação em que predomina a habitação unifamiliar miscigenada com outros usos, num contexto de baixa densidade de ocupação.

ANEXO E – LOCALIZAÇÃO DOS CURSOS DE ÁGUA EXISTENTES NO PORTO

CURSO DE ÁGUA	LOCALIZAÇÃO
Ribeira de Aldoar i)	Aldoar (Parque da Cidade)
Ribeira de Nevogilde i)	Freguesia de Nevogilde
Ribeira da Ervilheira i)	Freguesia da Foz do Douro
Ribeira da Granja	Freguesia de Lordelo do Ouro
Rio de Vilar	Freguesia de Massarelos
Rio Frio	Freguesia de Miragaia
Rio da Vila	Canalizado sob a zona envolvente à Rua Mouzinho da Silveira
Ribeira da Asprela	Freguesia de Paranhos (na zona do Pólo II da Universidade do Porto)
Ribeira da Ponte das Patas / Bonfim	Freguesia de Bonfim
Ribeira de Currais	Freguesia de Campanhã
Ribeira de Cartes	Freguesia de Campanhã
Ribeira de Vila Meã	Freguesia de Campanhã
Ribeira da Lomba	Freguesia de Campanhã
Rio Tinto	Freguesia de Campanhã
Rio Torto	Freguesia de Campanhã

i) desaguam diretamente no Oceano Atlântico

Fonte: (Câmara Municipal do Porto / Certitecna - Engenheiros Consultores S.A., 2011)

ANEXO F – ZONAS INUNDÁVEIS DO PORTO

ID	ZONAS ALAGÁVEIS	FREGUESIA	DELIMITAÇÕES/ZONA AFETADA
1	Limite oriental do Concelho junto à antiga fábrica de tijolos	Campanhã	Zona alagável delimitada pela existência de uma muralha junto ao rio e jardins. Poderão ser afetadas algumas habitações.
2	Marina do Porto junto às instalações do "Sport Club do Porto"	Campanhã	Zona alagável delimitada pela Estrada Nacional 209. Poderão ser afetadas alguns edifícios da marina e zona de recolha de embarcações.
3	Marginal, junto à foz dos rios Tordo e Tinto	Campanhã	Zona alagável delimitada pela Estrada Nacional 209 e pela Avenida de Paiva Couceiro.
4	Marginal, junto à Ponte do Freixo	Campanhã/ Bonfim	Zona alagável delimitada pela Avenida de Paiva Couceiro.
5	Marginal, junto ao Palácio de Nova Sintra	Bonfim	Zona alagável delimitada pela Avenida de Paiva Couceiro.
6	Marginal, junto à antiga fábrica de garrafas Barbosa & Almeida e Ponte de S. João	Bonfim	Zona alagável delimitada pela Avenida de Paiva Couceiro.
7	Marginal, junto à "Praia dos Tesos"	Bonfim	Zona alagável delimitada pelas Avenidas de Paiva Couceiro e Gustavo Eiffel.
8	Marginal, junto à calçada da corticeira	Sé	Zona alagável delimitada pela Avenida de Gustavo Eiffel.
9	Ponte D. Luís I, junto ao acesso do tabuleiro inferior	S. Nicolau	Zona alagável delimitada pelo cais dos Guindais
10	Cais da Estiva	S. Nicolau	Zona alagável localizada desde o Cais da Ribeira e Cais da Estiva, com alagamentos nas Zonas adjacentes à Rua da Fonte Taurina, Rua dos Canastreiros e Rua da Lada. Várias habitações poderão ser afetadas Zona provavelmente alagada até ao monumento do "Cubo" da Ribeira.
11	Rua Nova da Alfândega	S. Nicolau / Miragaia	Zona alagável compreende as Ruas Nova da Alfândega, Miragaia, Arménia, São Pedro de Miragaia, Atafona, Armazéns, Cidral de Baixo, Viela da Companhia e Largo da Alfândega. Pode afetar vários edifícios de habitação, comércio e o Museu dos Transportes e Comunicações. A "Fonte da Colher", na Rua de Miragaia, é um ponto de referência e indicador da subida da água.
12	Rua de Monchique	Massarelos	Zona alagável delimitada pela Rua de Monchique, podendo afetar alguns edifícios junto à estrada.

ID	ZONAS ALAGÁVEIS	FREGUESIA	DELIMITAÇÕES/ZONA AFETADA
13	Viaduto do Cais das Pedras	Massarelos	Zona alagável delimitada pela Rua de Monchique, podendo afetar o viaduto Cais das Pedras e edifícios de habitação e comércio.
14	Alameda de Basílio Teles, junto ao Heliporto	Massarelos	Zona alagável delimitada pela Alameda, Rua da Restauração e entrando pela Rua da Fonte de Massarelos até quase ao cruzamento com a Rua da Flora. Várias habitações poderão ser afetadas. O heliporto poderá ficar submerso, ficando portanto, inoperacional
15	Rua do Ouro	Massarelos / Lordelo do Ouro	Zona alagável delimitada pela Rua do Ouro, podendo eventualmente atingir algumas habitações.
16	Cais da Lancha	Lordelo do Ouro	Zona alagável delimitada pela Rua do Ouro, podendo eventualmente atingir algumas habitações. Nesta zona existem 3 bares ("Zoo", "Maré Alta" e "Porto Rio") que deverão ser objeto de atenção em caso de Cheia.
17	Estaleiro de Lordelo do Ouro	Lordelo do Ouro	Zona alagável delimitada pela Rua do Ouro, podendo alagar as margens, estaleiro de reparação de embarcações e um parque de estacionamento. Algumas habitações poderão ser atingidas. Encontram-se aqui normalmente embarcações em reparação.
18	Foz da Ribeira Granja	Lordelo do Ouro	Zona alagável delimitada pela Rua das Sobreiras e Rua do Aleixo Mota até ao limite do Largo António Calém com a Rua Nossa Senhora da Ajuda. Diversas habitações poderão ser afetadas, incluindo moradias.
19	Rua das Sobreiras e Rua do Passeio Alegre, junto ao Restaurante "Portugália"	Lordelo do Ouro / Foz do Douro	Zona alagável delimitada pela Rua das Sobreiras e Rua do Passeio Alegre. Diversas habitações poderão ser afetadas. Poderão existir restrições ao estacionamento nos parques existentes neste local.
20	Zona da Cantareira	Foz do Douro	Zona alagável delimitada pela Rua do Passeio Alegre, podendo afetar o início da Rua dos Olivais. Diversas habitações poderão ser afetadas. Neste local encontram-se amarradas várias embarcações.
21	Farol de S. Miguel-o-Anjo	Foz do Douro	Zona alagável delimitada pela Rua do Passeio Alegre e pela Avenida D. Carlos I. As infraestruturas aqui existentes serão afetadas.

ID	ZONAS ALAGÁVEIS	FREGUESIA	DELIMITAÇÕES/ZONA AFETADA
22	Av. de D. Carlos I	Foz do Douro	Zona alagável delimitada pela Avenida D. Carlos I. É provável que a água resultante do rebentamento das ondas em dias de tempestade atinja este local.
23	Margens do Rio Torto	Campanhã	Poderá ser alagada a margem do Rio Torto desde a sua entrada no município na zona da Rua Nova das Areias até desaguar no Rio Douro na zona do Museu Nacional da Imprensa. O Rio Torto serve, em alguns locais, de fronteira com o município de Gondomar
24	Margens do Rio Tinto	Campanhã	Poderá ser alagada a margem do Rio Tinto desde a sua entrada no município na zona de Pego Negro até desaguar no Rio Douro na zona do Museu Nacional da Imprensa
25	Envolvente da área descoberta da Ribeira de Vila Meã	Campanhã	Zona alagável localizada na Praça da Corujeira, por baixo do viaduto da VCI, delimitada pela Travessa de Bonjôia, pela Rua Maestro Raul Casimiro e pela Rua de S. Roque da Lameira. Pode ainda ser afetada a estação de recolha da STCP e uma zona de comércio citadino junto à Praça de Corujeira.
26	Envolvente da área descoberta da Ribeira da Lomba	Campanhã	Zona alagável delimitada pela Rua de Godim, pela Rua Dr. Sousa Avides, pela Rua de Justino Teixeira e pela Rua de Pinto Bessa. Poderá ser afetada a Rua Conselheiro Correia de Barros e pequenas indústrias e habitações de 1 e 3 pisos localizadas na Rua Justino.
27	Envolvente da área descoberta do Rio de Vilar, na freguesia de Cedofeita	Cedofeita	Zona Alagável delimitada pela Rua do Barão de Forrester e a Rua do Melo junto à Escola Profissional Infante D. Henrique e ao Centro de Detenção do SEF.
28	Envolvente da área descoberta do Rio de Vilar, na freguesia de Massarelos	Massarelos	Zona delimitada pela parte baixa da Rua da Pena e a Residência Universitária Alberto Amaral. A zona alagável corresponde a um local de cota baixa localizada junto à Rua Dom Pedro V, podendo afetar algumas moradias dispersas na Rua dos Moinhos.
29	Envolvente da Linha de Água existente na freguesia de Massarelos, junto ao Cais do Bicalho	Massarelos	A Zona alagável é delimitada pela Via Panorâmica junto à UP Faculdade de Arquitetura até ao Cais do Bicalho. Trata-se de uma zona de grande inclinação sendo que poderá alagar a Calçada da Arrábida, Rua do Bicalho e Rua do Ouro. Podem igualmente ser afetados os edifícios da frente ribeirinha localizados nesta área.

ID	ZONAS ALAGÁVEIS	FREGUESIA	DELIMITAÇÕES/ZONA AFETADA
30	Envolvente da área descoberta da Ribeira da Granja, na freguesia de Lordelo do Ouro, junto à Rua de Grijó	Lordelo do Ouro	Possível zona alagável entre a Rua de Grijó, Rua S. João do Porto, Viela de Grijó, Rua Delfim Pereira da Costa, Rua de Orfeão do Porto e Rua de Ciríaco Cardoso. Podem ser igualmente afetadas vários edifícios de 2 e 3 pisos.
31	Envolvente da área descoberta da Ribeira da Granja, na freguesia de Lordelo do Ouro, junto à Travessa da Mouteira	Lordelo do Ouro	Possível zona alagável entre a Rua do Pintor Arpod Szences, Rua Dr. Gil da Costa, Rua de Dom João de Mascarenhas e Travessa da Mouteira. Pode afetar alguns edifícios de habitação de 3 e 4 pisos.
32	Envolvente da área descoberta da Ribeira da Granja, na freguesia de Lordelo do Ouro, junto ao Jardim de Serralves	Lordelo do Ouro	Zona do Jardim de Serralves e a Rua de D. João de Mascarenhas. Podem ser afetadas alguns edifícios de habitação de 3 e 4 pisos.
33	Envolvente da área descoberta da Ribeira da Ervilheira	Nevogilde/Foz do Douro	Zona alagável junto à Rua do Ribeirinho, este local serve de fronteira entre a freguesia de Nevogilde e Foz do Douro. Poderão ser afetadas algumas habitações unifamiliares isoladas.
34	Envolvente da área descoberta da Ribeira de Nevogilde	Nevogilde	Zona alagável limitada pela Travessa da Igreja de Nevogilde e a Rua do Mal. Saldanha. Zona afetada é maioritariamente zona sem área urbanizada, podendo no entanto afetar algumas habitações maioritariamente moradias unifamiliares.
35	Envolvente da área descoberta da Ribeira de Aldoar, junto à Avenida da Boavista	Aldoar	Zona da Avenida da Boavista, delimitada entre o entroncamento com a Avenida do Porque e a Rua de Miguel Torga. Podem ser afetadas algumas moradias unifamiliares isoladas e alguns prédios de construção recente de 4 e 5 pisos.
36	Envolvente da área descoberta da Ribeira de Aldoar, junto à Rua de Vila Nova	Aldoar	Zona alagável no parque da cidade, junto à Rua de Vila Nova podendo afetar algumas habitações isoladas em zona rural.
37	Envolvente da área descoberta da Ribeira da Granja, na freguesia de Ramalde, junto ao limite Norte do Município	Ramalde	Zona alagável em campo aberto entre a Rua das Cegonhas e o Caminho das Congostas. A zona alagável distende-se ainda pela Rua Direita de Viso, pelo descampado junto à Rua Central de Viso, podendo neste local afetar algumas moradias unifamiliares isoladas. Pode ainda ser alagável um descampado junto

ID	ZONAS ALAGÁVEIS	FREGUESIA	DELIMITAÇÕES/ZONA AFETADA
			à Rua de Ramalde do Meio e Travessa das Cruzes. Junto a este descampado encontram-se moradias de 2 pisos e alguns edifícios de 3 e 4 pisos.
38	Envolvente da área descoberta da Ribeira da Granja, na freguesia de Ramalde, junto à Rua de Delfim Ferreira	Ramalde	Zona inundável delimitada pela Rua de Delfim Ferreira, Rua da Igreja de Ramalde. Pode afetar maioritariamente a zona da Casa de Ramalde
39	Envolvente da área descoberta da Ribeira da Granja, na freguesia de Paranhos	Paranhos	Zona alagável delimitada pela Rua Particular de Monsanto, VCI, Rua de Monsanto e Rua do Amial. Pode ser alagada toda a zona da lagoa e uma zona de moradias unifamiliares com 1 e 2 pisos localizadas nessa zona.
40	Envolvente da área descoberta da Ribeira da Asprela, junto ao Instituto Português de Oncologia do Porto Francisco Gentil	Paranhos	Zona alagável junto ao IPO do Porto Francisco Gentil e à Universidade Portucalense Infante D. Henrique. A zona poderá ainda afetar uma parte do estacionamento do IPO e espaço verde não urbanizado.
41	Envolvente da área descoberta da Ribeira da Asprela, junto à Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade do Porto	Paranhos	Zona alagável delimitada pela Rua Dr. António Bernardino De Almeida e a Rua Dr. Roberto Frias. Poderá ser afetado o descampado localizado a Sul do campo de jogos do IPP, a Rua Alfredo Allen e ainda a Rua Júlio Amaral de Carvalho.
42	Envolvente da área descoberta da Ribeira de Currais	Campanhã	Zona alagável delimitada pela Rua Particular de Monsanto, VCI, Rua de Monsanto e Rua do Amial. Pode ser alagada toda a zona da lagoa e uma zona de moradias unifamiliares com 1 e 2 pisos localizadas nessa zona.
43	Envolvente da área descoberta da Ribeira de Cartes	Campanhã	Zona alagável no descampado junto à Rua Dr. Corino de Andrade, podendo atingir a estação de Metro de Nasoni. Zona alagável delimitada pela Travessa da Fonte de Contumil, pela Rua da Fonte de Contumil e pela Travessa da Presa de Contumil. Poderá ser afetada a Rua de Amorim Carvalho e a zona baixa da Travessa Fonte de Contumil incluindo moradias térreas e alguns edifícios de 4 e 5 pisos. Poderá ainda ser afetada a Rua da Presa de Contumil até à Rua de Avelino Ribeiro, podendo atingir igualmente a linha de caminho-de-ferro junto à estação de Contumil e algumas moradias unifamiliares.

Fonte: (Câmara Municipal do Porto / Certitecna - Engenheiros Consultores S.A., 2011)

ANEXO G – IMPRESSO “C03-03-IMP-212-QUADRO SINÓTICO (MAPA-MEIDÇÕES) - OBRAS DE CONSTRUÇÃO / DEMOLIÇÃO”

Direção Municipal do Urbanismo
Praça General Humberto Delgado
4049-001 Porto



QUADRO SINÓPTICO (Mapa de Medições) OBRAS DE CONSTRUÇÃO / DEMOLIÇÃO

Requerente:	
Local da obra:	
N.º Processo:	N.º Informação:

1. Identificação da operação urbanística

1.1. Obras de construção	
1.2. Construção da estrutura	
1.3. Conclusão de obras inacabadas	

1.4. Construções a demolir	Sim	Não	N.º total de pisos a demolir	
Área de implantação da(s) edificação(ões) a demolir (m²)			Área total de construção da(s) edificação(ões) a demolir (m²)	

2. Dados do projeto – valores totais

2.1. Área total do terreno (m²):	
2.2. Área de impermeabilização (m²):	
2.3. Índice de impermeabilização:	
2.4. Índice de construção, objeto da operação urbanística:	

3. O prédio encontra-se inserido, na Carta de Qualificação do Solo do PDM, em duas categorias de espaço?

- ☐ Sim (Preencher Anexo 1)
- ☐ Não

4. Características da operação urbanística

Edificação	Áreas			Volumetria (m³)	N.º de Pisos		Cércea (m)
	Área de implantação (m²)	Área total de construção (m²)	Área bruta de construção (m²)		Abaixo da cota de soleira	Acima da cota de soleira	
4.1. Edifício(s) a construir							
4.2. Anexos de apoio							
TOTAL					(Não aplicável)		

5. Áreas de construção por tipo de ocupação

Usos	Habitação		Comércio	Serviços	Armazém	Indústria	Anexos e estacionamento acima do solo	Telheiros e alpendres	TOTAL
	Unifamiliar	Coletiva							
5.1. Área bruta de construção (m²)									
5.2. N.º de fogos ou frações									
5.3. Identificação do(s) piso(s)									(Não aplicável)

C03-03-IMP-212 Rev.09

1/6

Informações - Gabinete do Município:

Serviço de Atendimento Telefónico: 222 090 400 (2.ª a 6.ª feira - 9h00/17h00)

Serviço de Atendimento Online/ Fale Conosco: <http://balcaovirtual.cm-porto.pt>

Serviço de Atendimento Presencial: Praça General Humberto Delgado, 266, 4000-286 Porto

Horário de Inverno (outubro a maio): 2.ª, 3.ª, 5.ª, 6.ª feira – 9h00/17h00; 4.ª feira – 9h00/20h00

Horário de Verão (junho a setembro): 2.ª a 6.ª feira – 9h00/17h00

Direção Municipal do Urbanismo
Praça General Humberto Delgado
4049-001 Porto



6. Outras áreas

6.1. Aparcamento e arrecadações em cave afetas às diversas unidades de utilização do edifício e áreas técnicas em subsolo (m²)	
6.2. Áreas técnicas acima do solo e edificações anexas ao edifício principal descobertas. Ex. (piscinas, parques de estacionamento, etc.) (m²).	
6.3. Terraços / varandas (m²)	
6.4. Varandas sobre o domínio público (m²)	
6.5. Corpos salientes sobre o domínio público (m²)	

7. Estacionamento

	Veículos ligeiros				Veículos pesados			
	Privado		Público		Privado		Público	
	Área (m2)	N.º de lugares	Área (m2)	N.º de lugares	Área (m2)	N.º de lugares	Área (m2)	N.º de lugares
7.1. Coberto								
7.2. Descoberto								
TOTAL								

8. Muros e vedações

	Confinantes com a via pública	Entre propriedades
8.1. Extensão (m)		
8.2. Altura máxima no interior do terreno (m)		
8.3. Altura máxima no exterior do terreno (m)		
8.4. Altura da proteção superior (m)		

9. Outros dados

Prazo de execução das obras (dias)		Execução faseada das obras? (s/n)		N.º da fase		Estimativa Orçamental	
------------------------------------	--	-----------------------------------	--	-------------	--	-----------------------	--

10. Observações

O técnico autor do projeto		Data	__/__/__
----------------------------	--	------	----------

Direção Municipal do Urbanismo
Praça General Humberto Delgado
4049-001 Porto



ANEXO 1

(Preencher apenas nas situações em que o prédio se encontra inserido em duas categorias de espaço)

Dados de Projeto inserido em "Área _____" (Preencher a Categoria de Espaço do PDM)

▪ Área do terreno (m ²):	
▪ Área de implantação (m ²):	
▪ Área de impermeabilização (m ²):	
▪ Área bruta de construção (m ²):	
▪ Índice de impermeabilização:	
▪ Índice de construção:	

Dados de Projeto inserido em "Área _____" (Preencher a Categoria de Espaço do PDM)

▪ Área do terreno (m ²):	
▪ Área de implantação (m ²):	
▪ Área de impermeabilização (m ²):	
▪ Área bruta de construção (m ²):	
▪ Índice de impermeabilização:	
▪ Índice de construção:	

Direção Municipal do Urbanismo
Praça General Humberto Delgado
4049-001 Porto



NORMAS DE PREENCHIMENTO

Seguidamente apresentam-se algumas observações a ter em conta no preenchimento dos campos constantes no presente mapa de medições:

Campo 1. – “Identificação da operação urbanística”, deverá ser indicada a operação urbanística em questão, em conformidade com as definições constantes no Regime Jurídico de Urbanização e Edificação (RJUE).

Campo 2. – “Dados do projeto – valores totais”, refere-se a valores globais para a área objeto de intervenção e deve ser apresentada e/ou atualizada em função de cada alteração operada no projeto. Os dados de projeto referenciados devem obrigatoriamente coadunar-se com as definições constantes no Regulamento do Plano Diretor Municipal (RPDM).

Campo 4. – “Características da operação urbanística”, refere-se às características específicas da intervenção que se pretende executar.

Campo 5. – “Áreas de construção por tipo de ocupação”, deverá ser preenchido de modo a permitir identificar de forma inequívoca a área bruta de construção por tipo de ocupação e o número de fogos e/ou unidades independentes.

Campo 6. – “Outras áreas”, deverá ser preenchido de modo a identificar, de forma inequívoca as restantes áreas que não cabem na definição de área bruta de construção e estão na definição da área total de construção.

Campo 7. – “Estacionamento”, deverá ser preenchido de modo a permitir verificar o cumprimento dos parâmetros estipulados na subsecção II – Dimensionamento do estacionamento interno, previsto no PDM. (1.ª alteração).

Campo 8. – “Muros e vedações”, deverá ser preenchido de modo a permitir verificar o cumprimento do artigo B – 1/14.º do CRMP. e para efeitos do n.º 3 do artigo 26.º da tabela de taxas Municipais do CRMP.

Campo 9. – “Prazo de execução das obras”, deverá indicar o prazo previsto para a execução da obra, em dias, devendo o mesmo estar em consonância com a calendarização estimada no âmbito da apresentação do pedido.

“Execução faseada das obras”, caso se aplique, deve indicar o n.º da fase objeto da operação urbanística em causa e deve ser apresentado um mapa para cada uma das fases, preenchido de acordo com o faseamento pretendido.

ANEXO 1 – Deverão ser preenchidos os valores para em cada uma das categorias de espaço definidas no artigo 8º do RPDM.

DEFINIÇÕES

1.O presente mapa de medições servirá de base para a emissão do título de Alvará correspondente à operação urbanística em causa, bem como para o cálculo de taxas municipais e deverá acompanhar, juntamente com os restantes elementos instrutórios, o respetivo pedido. O seu preenchimento, é da responsabilidade do técnico autor do projeto, e deverá ter como referência os conceitos constantes no (RPDM) e as definições apresentadas no Código Regulamentar do Município do Porto (CRMP).

2. Caso o presente mapa de medições não seja preenchido com todos os dados necessários à correta caracterização da pretensão, o requerente será notificado para completá-lo, em momento anterior ao

C03-03-IMP-212 Rev.09

4/6

Informações - Gabinete do Município:

Serviço de Atendimento Telefónico: 222 090 400 (2.ª a 6.ª feira - 9h00/17h00)

Serviço de Atendimento Online/ Fale Conosco: <http://balcaovirtual.cm-porto.pt>

Serviço de Atendimento Presencial: Praça General Humberto Delgado, 266, 4000-286 Porto

Horário de Inverno (outubro a maio): 2.ª, 3.ª, 5.ª, 6.ª feira – 9h00/17h00; 4.ª feira – 9h00/20h00

Horário de Verão (junho a setembro): 2.ª a 6.ª feira – 9h00/17h00

Direção Municipal do Urbanismo
Praça General Humberto Delgado
4049-001 Porto



deferimento do pedido, situação que poderá implicar alguma morosidade no procedimento, não imputável aos serviços.

3. Os valores apresentados deverão ser arredondados à unidade.

4. A apresentação deste mapa, é também, obrigatória, sempre que se verifique a alteração de qualquer dos valores constantes do mesmo.

5. Caso se verifique que foram prestadas falsas declarações no seu preenchimento, a CMP atuará em conformidade com o previsto na lei.

6. Para efeitos de preenchimento do presente mapa de medições, deverão ser consideradas as seguintes definições:

Anexo: dependência coberta de um só piso adossada ou não ao edifício principal e entendida como complemento funcional deste.

Área bruta de construção (Abc): O somatório da área bruta de cada um dos pisos, expresso em m², de todos os edifícios que existem ou podem ser realizados no(s) prédio(s), com exclusão de:

- Terraços descobertos, varandas, desde que não envidraçadas, e balcões abertos para o exterior;
- Espaços livres de uso público cobertos pelas edificações;
- Sótão sem pé-direito regulamentar para fins habitacionais;
- Arrecadações em cave afetas as diversas unidades de utilização do edifício;
- Estacionamento instalado nas caves dos edifícios;
- Áreas técnicas acima ou abaixo do solo (posto de transformação, central térmica, compartimentos de recolha de lixo, casa das máquinas dos elevadores, depósitos de água e central de bombagem, entre outras).

Nota: A Área bruta de construção deverá ser medida pelo extradorso das paredes exteriores.

Área de implantação (Ao): Valor, expresso em m², do somatório das áreas resultantes da projeção ortogonal no plano horizontal de todos os edifícios acima da cota do terreno, incluindo anexos, mas excluindo varandas e platibandas.

Área de impermeabilização (Ai): Valor numérico, expresso em m², resultante do somatório da área de implantação das construções de qualquer tipo e áreas de solos pavimentados com materiais impermeáveis ou que propiciem o mesmo efeito, designadamente em arruamentos, estacionamentos, equipamentos desportivos e logradouros. Os materiais propostos como revestimento de logradouros, devem ser acompanhados de ficha técnica e pormenor construtivo que comprove o grau de permeabilidade invocado pelo requerente.

Área total de construção: O somatório da área bruta de cada um dos pisos, expresso em m², de todos os edifícios que existem ou podem ser realizados no(s) prédio(s), e incluindo todas as áreas indicadas nas alíneas a) a f) da definição de área bruta de construção.

Nota: A Área total de construção deverá ser medida pelo extradorso das paredes exteriores.

Área total do terreno: Superfície total do terreno objeto da intervenção, incluindo infraestruturas, medida em metros quadrados.

Cércea (acima do solo): Dimensão vertical da construção, medida a partir do ponto de cota média do terreno marginal ao alinhamento da fachada até à linha superior do beirado, platibanda ou guarda do terraço, incluindo andares recuados, mas excluindo acessórios: chaminés, casa de máquinas de ascensores, depósitos de água, etc.

Corpos salientes fechados: Elementos salientes fechados, destinados a aumentar a área útil da edificação, projetados sobre o domínio público.

Cota de soleira: A demarcação altimétrica do nível do pavimento da entrada principal do edifício.

Índice de construção (Ic): A razão entre a área bruta de construção excluída dos equipamentos de utilização coletiva a ceder ao domínio municipal, e a área do(s) prédio(s) ou a área do plano (categoria de espaço, Unidade Operativa de Planeamento e Gestão, Plano de Urbanização, Plano de Pormenor ou Unidade de Execução) a que se reporta.

Lugar de estacionamento: Área, do domínio público ou privado, destinada exclusivamente ao estacionamento de um veículo.

Número de lugares de estacionamento efetivo: Número de lugares de estacionamento previstos para a operação urbanística em questão.

C03-03-IMP-212 Rev.09

5/6

Informações - Gabinete do Município:

Serviço de Atendimento Telefónico: 222 090 400 (2.ª a 6.ª feira - 9h00/17h00)

Serviço de Atendimento Online/ Fale Conosco: <http://balcaovirtual.cm-porto.pt>

Serviço de Atendimento Presencial: Praça General Humberto Delgado, 266, 4000-266 Porto

Horário de Inverno (outubro a maio): 2.ª, 3.ª, 5.ª, 6.ª feira – 9h00/17h00; 4.ª feira – 9h00/20h00

Horário de Verão (junho a setembro): 2.ª a 6.ª feira – 9h00/17h00

Direção Municipal do Urbanismo
Praça General Humberto Delgado
4049-001 Porto



Número de pisos: Número total de pisos, acima e abaixo da cota de soleira, incluindo caves, sótãos (quando utilizáveis) e pisos recuados.

Obras de construção: As obras de criação de novas edificações.

Obras de demolição: As obras de destruição, total ou parcial, de uma edificação existente.

Obras de edificação com impacto semelhante a loteamento e/ou impacto relevante:

- a) Disponham de mais do que três caixas de escadas de acesso comum a frações ou unidades
- b) Disponham de três ou mais frações ou unidades independentes habitacionais com acesso a partir do espaço exterior à edificação.
- c) Disponham de uma área bruta de construção superior a 2 500 m².
- d) Disponham de uma ou várias unidades comerciais com uma área de venda isolada ou acumulada superior a 2000 m².

Operação urbanística: Operações materiais de urbanização, de edificação ou de utilização do solo e das edificações nele implantadas para fins não exclusivamente agrícolas, pecuários, florestais, mineiros ou de abastecimento público de água.

Terraços utilizáveis: Prolongamento dos pavimentos dos edifícios ou quando sirvam de cobertura utilizável.

Volume de construção: Espaço acima do solo correspondente a todos os edifícios que existem ou podem ser realizados no prédio, excetuando elementos ou saliências com fins exclusivamente decorativos, ou estritamente destinados a instalações técnicas e chaminés, mas incluindo o volume da cobertura, expresso em metros cúbicos.